

A
LÁTÁS ÉLESSÉGÉRŐL.

PHOTOMETRIÁS TANULMÁNY.

A M. TUD. AKADEMIA MATHEM. ÉS TERMÉSZET-
TUD. BIZOTTSÁGA TÁMOGATÁSÁVAL

VÉGEZTE

DR. SIKLÓSSY GYULA

EGYET. M.-TANÁR.

ELSŐ RÉSZ.

BUDAPEST,

A PESTI LLOYD-TÁRSULAT KÖNYVNYOMDÁJA.

1905.

A

LÁTÁS ÉLESSÉGÉRŐL.

PHOTOMETRIÁS TANULMÁNY.

A M. TUD. AKADÉMIA MATHEM. ÉS TERMÉSZET-
TUD. BIZOTTSÁGA TÁMOGATÁSÁVAL

VÉGEZTE

DR. SIKLÓSSY GYULA

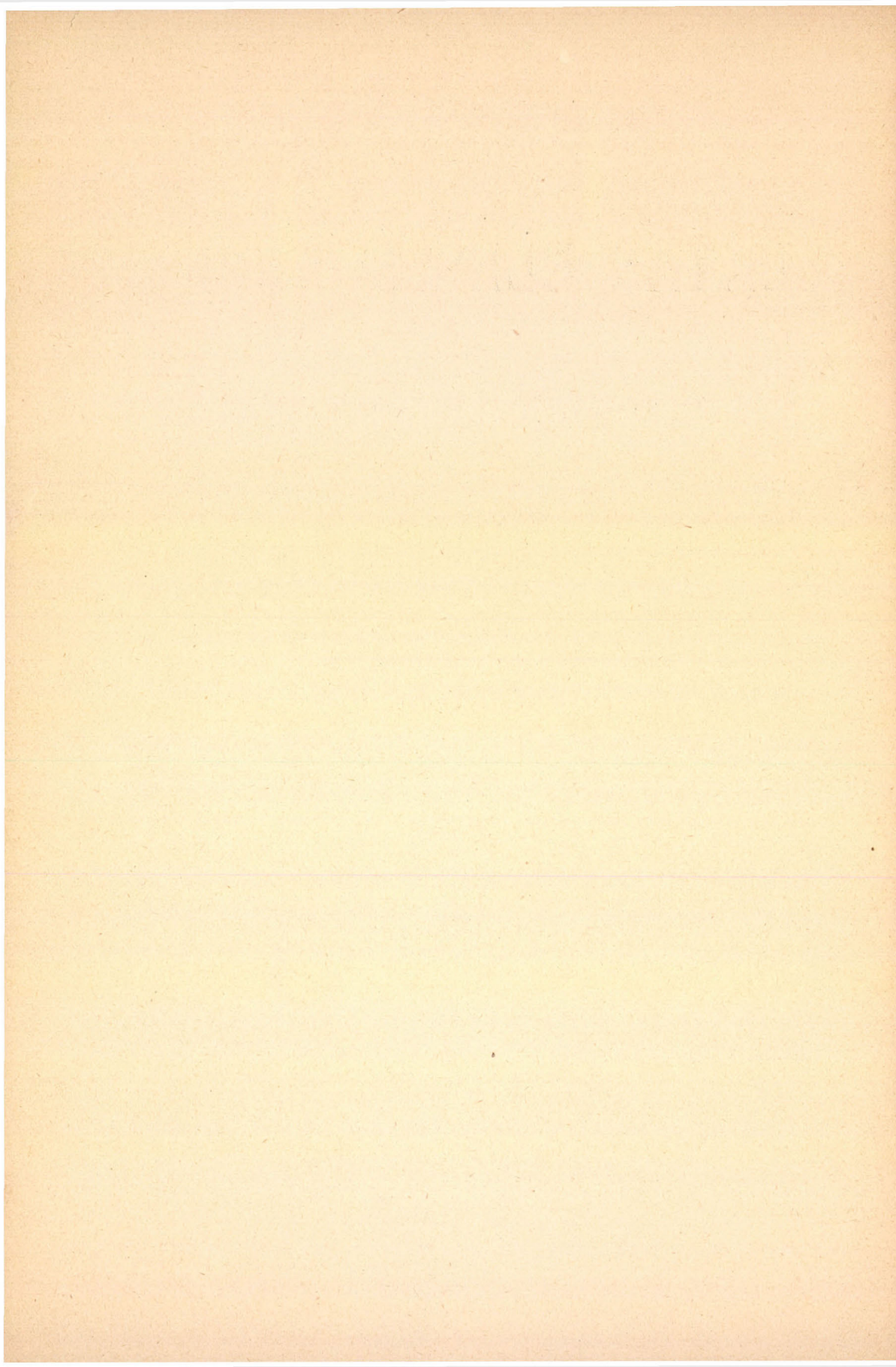
EGYET. M.-TANÁR.

ELSŐ RÉSZ.

BUDAPEST,

A PESTI LLOYD-TÁRSULAT KÖNYVNYOMDÁJA.

1905



a) A Snellen-féle mértékegység levezetése és annak bírálata.

Visus (v) indicatur relatione distantiae (d) qua literae definite cernuntur, ad distantiam (D) qua ad angulum quinque minutarum apparent. Distantiae exprimuntur metrico systemate. ($v = \frac{d}{D}$)

Snellen.

Visus (v) indicatur relatione distantiae examinandi (e) ad distantiam discernendi (d). Angulus limitis discernendi est unius minutae (1').

A látás élességének mértékéül a Snellen-féle képlet szolgál: $v = \frac{d}{D}$.

E képlet levezetése Landolt szerint, némi csekély módosítással a következőkön alapszik.

A látás élessége fordított viszonyban áll a meglátott, mondjuk felismert tárgy képének nagyságával. Szükséges azonban, hogy két egyenlő nagy tárgyról keletkező képet a szem *elkülönítve* valóban kettőnek lásson meg. Mentől kisebb az a kép, melyet a szem felismer, annál nagyobb a látás élessége. Mentől közelebb van az a két tárgy egymáshoz, melyeket a szem elkülönítve, kettőnek képes felismerni, annál kisebb a két tárgyról keletkezett két kép közötti távolság és annál nagyobb a szem látóélessége.

A két képpont távolsága egymástól: ez tehát az irányadó a látás élességére nézve; (a képpontok i és i' -vel, a kettőjük közti távolság ii' vonallal, a két tárgy O és O' -el, a tárgyak távolsága egymástól OO' vonallal van jelezve az I. ábrán) a mennyiben a két érték egymással fordított arányban áll,

$$\text{irhatjuk } V = \frac{1}{ii'}.$$

Azok a sugarak, melyek O és O' tárgyról a szemet érik, kénytelenek a szem két csomópontján keresztül menni: könnyebbség okáért, a nélkül, hogy hibát követnénk el, e két csomópontot egynek vehetjük fel és K -val jelöljük. Így két egymáshoz tökéletesen hasonló háromszöggel állunk szemben: $O'KO$ és iki' . Ezekből látni való, hogy a látás szöge (Gesichtswinkel)

$\sphericalangle O'KO = i k i'$ -vel a mennyiben csúcshögek. A két kép illetőleg a két tárgy távolsága egymástól a következő arányba állítható azzal a távolsággal, melyben azok a csomóponthoz vannak:

$$OO' : i'i = ka : ka'.$$

Ezt szavakkal úgy fejezhetjük ki, hogy az *elkülönítve* felismert tárgyak egymástól távolsága (*vagyis a tárgy nagysága*) úgy aránylik a róluk keletkezett képek egymástól távolságához, mint a tárgynak a csomóponttól való távolsága aránylik a képnek a csomóponttól való távolságához.

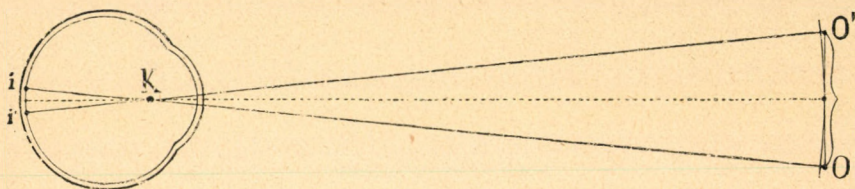
$$\begin{aligned} \text{Ha} \quad o o &= T \text{ (tárgy)} \\ i i' &= K \text{ (kép)} \\ k a &= Tt \text{ (tárgy távolsága)} \\ k a' &= Kt \text{ (kép távolsága),} \end{aligned}$$

akkor a fenti arány így hangzik:

$T : K = Tt : Kt$, miből a kép nagyságát a következő egyenlet adja:

$$K = \frac{T Kt}{Tt}$$

A tárgyról keletkező kép távolsága (a látóhártyán a csomóponttól) változás alá nem eső mennyiség. Ugyan ez csak egyenlő alkotású és fénytörésű szemekre áll szigorúan véve, de a látás élességét úgyis az esetleg



1. ábra.

fennálló fénytörési rendellenesség kijavításával kell összekötnünk: tehát akár a schematicus szem 15 mm.-jét veszszük, akár a kijavított fénytörésű szemben a kép távolságát, ezt a fenti egyenletből, mint állandó szorzót egyszerűen elhagyhatjuk. A miből az következik, hogy

$$K = \frac{T}{Tt}; \text{ miből következik, hogy a kép nagysága annál nagyobb,}$$

mentől nagyobb tárgyról keletkezett s annál kisebb, mentől nagyobb távolságban van a tárgy a szemhez. A kép a tárgy nagyságával egyenes, távolságával fordított arányban áll.

Ha megfigyeljük az I. ábrát, rögtön látjuk, hogy

$$\begin{aligned} \sphericalangle o a k &= o' a k \quad \sphericalangle = 90' \\ o' k &= o k \\ Tt = a k &= a k, \end{aligned}$$

a miből az következik, hogy

$$o' a = o a = \frac{T}{2} \text{ és}$$

$$\sphericalangle o k a = \sphericalangle o' k a = \frac{\alpha}{2}$$

$o' a k$ és $o a k$ háromszögekben

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{T:2}{Tt} \left(= \frac{o'o:2}{ak} \right)$$

A mennyiben itt olyan kis szögekről van szó, melyeknél a szög egyenletesen növekszik az őket befogó ívvel, $\left(2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \right)$ értéke helyett $\operatorname{tg} \alpha$ vehető:

$$2 \left(\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \right) = 2 \left(\frac{T:2}{Tt} \right) = \operatorname{tg} \alpha = \frac{T}{Tt}$$

* * *

Az egységnyi látóélességet Snellen és Giraud-Teulon 1862-ben a látási (α) szög minimumára vonatkoztatták, melynek értéke $1'$. Ez a felismerés legkisebb határszöge: *angulus limitis discernendi*. Szerintök $v = \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{1'}$. Ha $\alpha = 30'' = 0'5'$ akkor $v = \frac{1}{0'5} = 2$ vagyis kétszerese az egységül felvett látóélességnek,

$$\text{vagyis ha } \alpha = \left(\frac{1}{2'} \right) \text{ akkor } v = 2,$$

mert a látás élessége a perczekben kifejezett látási szögnek fordított értéke.

Ha tehát $\sphericalangle \alpha = 10'$, akkor $v = \frac{1}{10}$ vagyis $0'1$ része a látásélesség egységének.

Kétségtelen, hogy a látás élességének értékét csak valamihez viszonyítva fejezhetjük ki, vagyis a látás élessége csak viszonyított érték. Ha azokat a szögeket hasonlítjuk össze, a melyek alatt különböző tárgyak (próbabetük például) megjelennek a szemben, akkor megkapjuk a tárgyak nagyságával egyenes arányban álló szögeket és a velük fordított arányban álló látásélesség értékét.

Ha valamely szem még tisztán felismer egy tárgyat, melyről $2'$ -nyi szög keletkezik, egy másik szem pedig nem ismer fel kisebb tárgyat, csak olyant, melyről $4'$ -nyi szög keletkezik, akkor az első szem látóélessége v úgy aránylik a második szem látóélességéhez v' , mint a megfelelő látási szögek fordított értékei: $v : v' = \frac{1}{2} : \frac{1}{4}$.

A látásélesség-értékek Snellen elve szerint $1'$ -nyi látási szögnek megfelelő, $\frac{1}{1'}$ -inyi látásélességhez viszonyítva:

$$\alpha = 1' \quad v = \frac{1}{1'} = 1$$

$$\alpha = 2' \quad v = \frac{1}{2'} = 0'5$$

$$\alpha = 3' \quad v = \frac{1}{3'} = 0'33$$

Mint már fent is mondtuk, ilyen kis szögek tangensei egyenes arányban állanak a szög nagyságával magával, vagyis

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} 1' &= 0.0002909^1 \\ \operatorname{tg} 2' &= 2 \cdot 0.0002909 \\ \operatorname{tg} n' &= n \cdot 0.0002909 \end{aligned}$$

Valamely tetszés szerinti látóélesség (v) tehát úgy aránylik az egységnyi látóélességhez (v) mint a megfelelő látási szögek fordított értékei, illetőleg mint azok tangenseinek fordított értékei.

$\operatorname{tg} \alpha$ értékeül fent azt találtuk, hogy az

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{T}{Tt}$$

ha $\alpha = 1'$ akkor $V = \frac{1}{1'} = 1$; ellenben $\frac{1}{\alpha'}$ -nek v látóélesség felel meg — mely α' -nek tangense

$$\operatorname{tg} \alpha' = \frac{T'}{T't} \text{ vagyis}$$

a látóélességek úgy aránylanak egymáshoz, mint a látási szögek fordított tangensei:

$$\frac{Tt'}{T'} : \frac{Tt}{1'} = V : v.$$

Tegyük fel, hogy $Tt = T't$, vagyis hogy különböző nagyságú tárgyakat használunk a vizsgáláshoz (a v -nek az egységnyi V -hez való viszonyának megállapításához) és a tárgy távolsága v -re vonatkozólag is ugyanaz, mint az egységnyi V -nél.

Ez esetben a fenti arány így alakul:

$$\frac{1}{T} : \frac{1}{T'} = V : v; \quad v = V \frac{T}{T'}$$

A mennyiben a T és T' vagyis a tárgy nagyságát a látási szög tangense szabja meg,

akkor $T = Tt \operatorname{tg} 1' = Tt \cdot 0.0002909$

$T' = T't \operatorname{tg} \alpha$; — a mennyiben $V = 1$ tehát a képletből elhagyható, lesz

$$\begin{aligned} V = \frac{T}{T'} &= \frac{Tt \operatorname{tg} 1'}{T't \operatorname{tg} \alpha} : Tt = T' t \\ V &= \frac{\operatorname{tg} 1'}{\operatorname{tg} \alpha'} = \frac{0.0002909}{\operatorname{tg} \alpha'} \end{aligned}$$

Ha már most olyan szem látásélességét keresem, mely az egységnek megfelelő tárgy kétszeresét bírja csak felismerni ($T' = 2 T$), akkor

$^1 \operatorname{tg} 3'' = 0.0000145$
 $\operatorname{tg} 10.3'' = \operatorname{tg} 30'' = 10 \cdot 0.0000145 = 0.0001454$
 $\operatorname{tg} 100.3'' = \operatorname{tg} 300'' = \operatorname{tg} 5' = 100 \cdot 0.0000145 = 0.001454$
 $\operatorname{tg} 1000.3'' = \operatorname{tg} 3000'' = \operatorname{tg} 50' = 1000 \cdot 0.0000145 = 0.0145$
 $\operatorname{tg} 10000.3'' = \operatorname{tg} 30000'' = \operatorname{tg} 500' = \operatorname{tg} 8^\circ 20' = 10000 \cdot 0.0000145 = 0.145$, a
 miről bármely logaritmus táblázatból meggyőződhetni.

$$V = \frac{T}{2T} = \frac{\operatorname{tg} 1'}{\operatorname{tg} \alpha'} = \frac{0.0002909}{\operatorname{tg} \alpha'} = \frac{1}{2},$$

miből természetes, hogy $\operatorname{tg} \alpha' = 0.0005818$ és $\alpha = 2'$;

$$\text{ha pedig } v = \frac{1}{n}, \text{ akkor } \propto \alpha = n'.$$

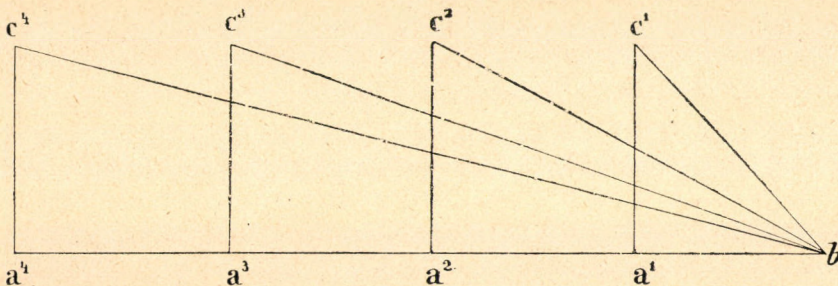
Tegyük fel, hogy $T = T'$, a mikor is a tárgy nagysága állandó, de a távolságot változtatjuk.

$$\text{Az előbbi egyenlet } \frac{Tt}{T} : \frac{T't}{T'} = V : v,$$

tehát így is megállhat:

$$Tt : T't = V : v,$$

a miből azután megkapjuk v értékét és pedig $v = V \frac{T't}{Tt}$, a mikor $T't$ azt a távolságot jelenti, melyben a *tárgyat tényleg meglátja* az illető, Tt pedig



2. ábra.

azt a távolságot, a melyben $1'$ -nyi szög alatt jelenik meg a tárgy képe az emberi szemben.

$T't = d = \text{distantia examinandi},$

$Tt = D = \text{distantia discernendi},$

$V = 1 = \text{mi miatt elhagyható}.$

Tehát $V = \frac{d}{D}$, a mi geometriailag is bebizonyítható.

Tegyük fel, hogy a vizsgáláshoz használt tárgyak egyenlő nagyok (2. ábra, $a^4 c^4 = a^3 c^3 = a^2 c^2 = a^1 c^1$), a távolságok azonban különbözőek, de egymással bizonyos arányban állanak:

$$a^4 b = 4 a' b$$

$$a^3 b = 3 a' b$$

$$a^2 b = 2 a' b.$$

Felvehetjük, hogy ha $T = a^4 c^4$, akkor ez az egységnyi látóélességnek megfelelő (D) távolság az illető ($a' c'$) tárgyra nézve: az erről keletkező $a^4 b c^4 \propto \text{pedig} = 1'$.

A mennyiben $V = \frac{1}{\alpha'}$, tehát $V = \frac{1}{a^4 b c^4}$; $a' c'$ -re vonatkozó v pedig $a' b$ (d)

távolságban $v = \frac{1}{a' b c'}$; ez az egységnyi V -vel arányba állítható, és pedig

$$v : V = \frac{1}{a' b c'} : \frac{1}{a^5 b c^5};$$

A szögek helyett szerepeltetjük a tangenseket :

$$\left(\operatorname{tg} a' b c' = \frac{a' c'}{a' b}; \operatorname{tg} a^4 b c^4 = \frac{a' c'}{a^4 b} \right)$$

és pedig fordított értékben :

$$v : V = \frac{a' b}{a' b'} : \frac{a^4 b}{a' c'}$$

$$v : V = \frac{a' b}{a^4 b} = \frac{d}{D'}$$

ha pedig $d = e$ -nek (dist. examin.) és $D = d$ -nek (dist. discernendi) nevezzük, akkor

$$v = \frac{d}{D} = \frac{e}{d}.$$

Ez a képlet $v = \frac{d}{D}$ fejezi ki tehát a látás élességét. Snellen meghatározása szavakba foglalva a következő: Visus (v) indicatur relatione distantiae (d) qua literae definite cernuntur, ad distantiam (D) qua ad angulum quinque minutarum apparent. Distantiae exprimuntur metrico systemate.

Ez a meghatározás a maga classikus volta mellett is megtűr egy kis módosítást. Habár a próbatábla betűi tényleg úgy vannak szerkesztve („Égyptienne“ betűk Landolt szerint), hogy a betű nyomtatott, kitöltött *teste* ötöd-részt képezi a betű szélességének és magasságának — és így valóban az 5'-nyi szög képezi *az egész betűre nézve* a felismerés legalacsonyabb határát, mégis — legalább az elméletnek hódolva, meg kellene maradni az 1'-nyi felismerési szögnek, a mi a betű testére vonatkozik.

Valamint azt a távolságot, melyben a szem világosan meglátja a betűt, a melyben tehát a vizsgálás történik, miért ne lehetne a vizsgálás távolságának elnevezni? Ez volna a d : distantia examinandi, ellentétben a D -vel: az absolut felismerési távolsággal, azzal a távolsággal, melyben a betű testéről 1'-nyi szög keletkezik a szemben, a mely távolság mint distantia discernendi szerepelne. Snellen képlete tehát $\left(v = \frac{d}{D} \right)$ átalakítva $v = \frac{e}{d}$ -nek volna írható;

a meghatározás pedig a következő volna: „Visus (v) indicatur relatione distantiae examinandi (e) ad distantiam discernendi (d). Angulus limitis discernendi est unius minutae.“ Magyarul pedig, mint azt már 1903. májusában a „Budapesti Orvosi Ujság“-ban megadtam, a meghatározás még tömörebb:

„A látás élességét (L) megkapjuk, ha a vizsgálat távolságát (v) elosztjuk a felismerés távolságával (f). A felismerés határszöge 1'.“

$$L = \frac{v}{f}.$$

Nem lehetetlen, hogy Snellen képletének egyforma két betűje, $\left(\frac{D}{d} \right)$ mely a két jellemileg különböző távolságra vonatkozik, az oka annak, hogy az orvosnövendékek, még szigorlaton is, de gyakorló orvosok is, a legnagyobb bizonytalansággal kezelik ezt a képletet. Hogy a világi hatóságok, melyek pedig adott esetben véleményt kérnek valakinek látási élességéről, a megírt eredményt meg nem értik, arról ne is beszéljünk. A legintelligensebb egyén is

alig képes megérteni, hogy a $\frac{d}{D}$ tört értékében kifejezett látóélesség a minapi eredményhez képest javulást vagy rosszabbodást jelent-e. Bizonyítványok, melyekben egy egyén látási élességéről van szó s a melyben annak értéke a Snellen-féle egységhez viszonyított (természetes vagy tizedes) törtben van kifejezve, azzal a kéréssel küldetnek vissza, hogy a szemorvos legyen szíves általánosan érthetőleg nyilatkozni az illető látásáról.

De vajjon csak a képlet, a formula volna annak az oka, hogy Snellen meghatározását egyedül szakemberek értik meg, de nem ment át csak a gyakorló orvosi világnak vérébe sem? Talán van annak egyéb oka is, hogy az emberiség ennek az annyira fontos szervnek vizsgálatát, annak élessége felmérését ily nagyfokú nembánomsággal vette.

Ez pedig talán abban a körülményben keresendő, hogy a *látásélesség mértékegysége igen magas*; az emberek nem szokták meg, hogy az egység legyen a legmagasabb érték, az előforduló tételek pedig annak a magas egységnek törtjei legyenek. Pedig épen a ki saját jószántából vizsgáltatja meg szeméit, az rendes körülmények között egy tört értékét hallja; a szemorvos rendelő szobájában pedig alig találkozik az egységnél nagyobb látóélességgel: de ez sem lesz az egységnek sokszorosa, hanem egy tört értéke, mely az egységnél valamivel nagyobb; rendesen azonban az egységnél kisebb törtértékek fejezik ki a vizsgáltak látásélességét. Ezeket a törtértékeket azután sokszor tévesen magyarázzák: a *rendes* látóélesség törtjei gyanánt fogják fel azokat, holott azok csak az egységnyi látóélességnek bizonyos, törtalakú hányadosai.

Hogy ez a látásélesség egysége igen magas értéket képvisel, azt Landolt is hangsúlyozza, (Graefe-Saemisch, II. Aufl. 65—66. Lieferung 463. oldal) és pedig hogy szó szerint idézzem:

„Während also gewöhnlich zum Messen eine Einheit gewählt wird, welche viel kleiner ist, als die zu messenden Gegenstände, damit das Resultat der Messung womöglich eine ganze Zahl darstelle, bedienen wir uns einer Einheit, die das gewöhnliche Mass beträchtlich übertrifft, so dass unsere Messresultate eben meistens Brüche sind.“

De nézzük csak a látáspróbák fölé irt számokat. Ezek legalább — és bizony ebben bizonyos szerencséről beszélhetünk — a felismerés távolságát (mindig 1'-re vonatkoztatva), már méterekben adják meg: tehát legalább ez az egy tétel bele van illesztve az általános mérőrendszerbe. De a szám értelmezése már nehézkes: mert ezzel kell elosztanunk a vizsgálás távolságát. Tehát a legnagyobb betű fölé irt 60-as szám nem azt jelenti, hogy a látás élessége e betűre nézve nagyobb az alább következő 36-tal jelzett számra vonatkozó v-nél, hanem mentül nagyobb szám van a betű felett, annál kisebb a látás élessége, mert hiszen az a szám a nevezőbe kerül. Így áll elő azután a látás élességének furcsa értéke, a mikor valódi számtani működésre van szükségünk, ha el akarjuk dönteni, hogy $\frac{6}{10}$ -nyi látásélesség mennyivel kisebb

a $\frac{6}{24}$ -nyinél.

Még ha a felírásban ez az egész tört volna megadva, könnyebben jegyezhetnék meg a gyakorló orvosok vagy az orvosnövendékek a rendszer jelentőségét. Azt a körülményt azonban, hogy a látás élessége a megadott felismerési távolsággal fordítva arányos, hamar kimossa az idő olyan ember

fejéből, a ki nem mér ezzel az egységgel folytonosan, a ki tehát bele sem jött annak gyakorlásába.

De el is mondhatjuk teljesen nyugodt lélekkel, hogy *nincsen egyetlen egy mérésre szolgáló olyan egység sem, a mely nagyobb volna, mint azok az értékek, melyeknek mérésére az a bizonyos mértékegység használtatik.*

Az emberi test hőfokát fokokban mérjük: ez a fok a víz forrási hőmérsékének századrésze. És az emberi test hőfoka sokkal állandóbb, sokkal kisebb változásoknak van alávetve, mint a látás élessége: még ha a fénytörést ki is javítjuk, az ép szem látásélessége sokkal nagyobb eltéréseket mutat, mint $6 : 7$ -hez ($36^{\circ} : 42^{\circ}$). És még sem használjuk a $36 \cdot 6^{\circ}$ C. testi hőmérsékünket a test hőmérsékének mérésénél egység gyanánt s nem fejezzük ki a subfebrilis állapotot az egység tört részében — a lázas állapotot pedig az egységnél nagyobb tört alakjában. (A fenti $6 : 7$ -hez viszonylatot felhasználva 42° hőmérsék 166 ezredrésszel volna nagyobb az egységül felvett normálisnál $= 1 \cdot 166!$) És éppen ilyen, de csak látszólagos ellentmondásba keveredik a szemorvos, mikor egy nem beteg szemre ki kell mondania, hogy annak az egységnél nagyobb látási élessége van, vagy a mikor a vizsgált egyén arról panaszkodik, hogy látása tompul, hogy *rosszabbul lát egy idő óta* és a vizsgálat mégis éppen az egységnyi látási élességet mutatja ki. Ez a körülmény csak arra mutathat, hogy az illetőnek egy bizonyos idő előtt az egységnél nagyobb lehetett a látási élessége. Nem is fogja az illető beérni azzal, hogy jelenleg is megvan még az egységnyi látási élessége: sóvány vigasztalás ez neki; élesebb volt a látása, mint jelenleg s ezt az állapotot szeretné újra elérni.

De maradjunk csak egy kissé a mérő egységeknél. Ha a mérés alá kerülő mennyiségek nagyon kicsinyek, legalább is az egységhez viszonyítva, akkor a nagy egységből könnyű átszámítás segélyével új, igen kicsiny egységet teremtenek és ezt használják a nagyon kicsiny mennyiségek mérésére. A mérgek adagolásában azok súlya nem kilogrammokban van kifejezve, még csak nem is grammokban, hanem a kilogramm-egység milliomodrészét kitevő milligramm-egységben. Bár a *kilogramm* valóban egysége a súlymérésnek — sőt az erőt is meterkilogrammban mérik — mégis annak ezred, sőt milliomodrészéből alakítottak egy új egységet. Könnyebben hasonlíthatjuk össze az 5 milligrammot a 10 milligrammal, mint az 5 milliomodrészét a kilogrammnak annak egy százezredrésszel.

Az igen kis nagyságokat a hossz mérték egységével, a meternek ezredrésszel, a milliméterrel jeleljük, bár még a milliméter 10 -ed része (talán) rajzolható mennyiség; igen kis nagyságokról már a göröcsövi μ = Mikronokban beszélünk; egy μ pedig a mm.-nek ezredrésze. (A meternek milliomodrész.) A thermochemia a milligrammnál és a μ -nál még sokkal kisebb egységeket vezetett be, melyeknek alapját az az elv képezi, mint a melyen a nagy egység épül és abból könnyen levezethetők, de igen kicsinyek.

A pénz egysége, mely az *érték meghatározására szolgál*, lehetőleg alacsony értéket képvisel. Nem mondják azt, hogy $200,000$ korona az *egységnyi vagyon*, mert ez összeg kamatai bizonyos polgári jólétet engednek meg pl. Budapesten; ha tehát valakit $100,000$ koronás veszteség ért, azt kellene róla mondanunk: elvesztette az egységül felvett vagyon (értéknek) felét. Ezt azonban nem tesszük, hanem az alacsony értékegység sokszoros hányadosában beszélünk, a koronánál kisebb értékeket sem mérjük fel, negyed, tized, század koronában, hanem a koronaegységnek 100 -ad részét jelentő más kis egységben, a fillérben. 20 fillér kétségtelenül egy ötöd korona

értékével ér fel és még sem szokásos a törtékben való felmérése az értékeknek.

Ilyen kicsiny egység a thermochemiának a gramcaloriája, az erőműtanak a méterkilogrammja, — sőt a lencsék fénytörő erejének meghatározására szolgáló mértékrendszer, a dioptriának — méterlencsének Donders által történt behozatala óta ugyanezen alacsony egység elvén épül, a mely alacsony egység szerves kapcsolatban van az általánosan elfogadott mérőrendszerek jellemével. Egy lencse, melynek gyújtópontja egy méterben van: ez a dioptria, a méterlencse; két ilyen méterlencsét összetéve, (összeragasztva, csiszolva) olyan fénytörő erővel bíró lencsét kapunk, melynek gyújtótávolsága $\frac{1}{2}$ m. = 0.5 m.-ben van ($100/2 = 50$ cm.) fénytörő ereje azonban két dioptriányi. Egy n D-ből összetett lencse, melynek fénytörő ereje tehát (n) D-nyi, a sugarakat $100/n$ cm.-be irányítja.

Donders előtt a lencsék fénytörő erejének megnevezése éppen olyan paradox rendszerbe volt foglalva, mint ma a látás élessége. A gyenge fénytörő erejű lencséknek magas értékszáma volt az

1.0	Dt 40-nek
0.5	D 80
0.25	D 16-nak nevezték; míg
2.0	D 20
4.0	D 10
10.0	D

volt a 4-es számú lencse. A szám mutatta a gyújtópont távolságát hüvelykekben. Ugyan a fénytörő erőt e számok reciproca értéke mutatta és pedig legalább közös számlálással, az egységgel:

$$\begin{aligned} \frac{1}{40} &= 1 D \\ 2 \cdot \frac{1}{40} &= \frac{1}{20} = 2 D \\ 4 \cdot \frac{1}{40} &= \frac{1}{10} = 2 D \\ 10 \cdot \frac{1}{40} &= \frac{1}{4} = 10 D \end{aligned}$$

azonban ezt csak írásban használták; beszédközben 20-as, 40-es stb. lencséről beszéltek.

A D rendszer ezen a logikátlanságon segít és beleilleszti a lencsék fénytörő erejének mérését a méterrendszerbe. A lencse gyújtópontját annak számából kapjuk meg, ha a 100 cm.-nyi egységnyi gyújtó-távolságot az illető számmal elosztjuk. Így a lencsék fénytörő erejének számokban való megnevezése egy észszerű egységen alapszik; ezenfelül a dioptriák száma nincsen valamely határhoz kötve. Én elképzelhetek ugyanis akár lencsét, akár lencserendszerből alkotott fénytörő erőt, melynél a gyújtópont távolsága 1 mm. = a mi megfelel éppen 1000 D-nak. És mint mondom, ez tényleg meg is van, bár a szemüvegszekrényben csak 0.25 D-tól 20 D-ig terjedő sorozat van képviselve, mert erősebb vagy gyengébb fénytörő erejű lencsére nem igen van szükségünk.

A közellátóság fokának meghatározása éppen azonos rendszerbe van

foglalva, csakhogy az nD-nyi lencse gyújtótávolságának a helyét a szem távolpontja foglalja el; mentől közelebb van a szemnek távolpontja, annál nagyobb a közellátóságnak D-ákban kifejezett foka. És bár a közellátóságnak természet-szabta határai vannak, elméletileg azonban semmisem állaná útját annak, hogy a közellátóság terén is oly magas értékeket képzeljünk, mint azt a D-áknál fent tettük. A közellátóság beosztásában is a dioptriális alapot követjük.

$$\begin{aligned} 0.25 \text{ D} &- 3.0 \text{ D-ig kisfokú,} \\ 3.0 \text{ D} &- 6.0 \text{ D-ig középfokú,} \\ 6.0 \text{ D} &- 10.0 \text{ D-ig nagyfokú és} \\ 10.0 \text{ D-án felül} &\text{ igen nagyfokú a közellátóság.} \end{aligned}$$

Milyennek kellene tehát a látásélesség mérésére szolgáló *egységnek* lennie és hogyan lehetne ebből az egységből egy rendszert felépíteni? Olyan rendszert, melyben az élesebb látásnak magasabb számmal jelelt érték, — a kevésbé éles látásnak pedig észszerűen aránylag kisebb számmal jelelt érték felel meg, — olyan rendszert, mely legalább elméletileg ne legyen sem felfelé, sem lefelé korlátok közé szorítva, még látszólagos korlátok közé se. Olyan rendszerre gondolok, mely a Snellen-féle alapelveit szem előtt tartja, sőt azon épül fel: „Angulus limitis discernendi est unius minutae“, egysége azonban alacsony értéket képviseljen, úgy hogy a szokásosan megállapított látásélesség-értékek ennek az egységnek sokszorosai gyanánt legyenek nevezhetők, — a Snellen féle egységnél nagyobb $\left(V > \frac{5}{5}\right)$ látóélesség pedig annál magasabb értékszámot nyerjen, mentül kisebb szög alatt ismeri fel a vizsgált szem a próbatárgyat.

$$\left(V = \frac{5}{5}; \alpha = 1' \quad V = \frac{5}{3}; \alpha = 36'' \quad V = \frac{5}{2}; \alpha = 24'' \text{ stb.}\right)$$

Ilyesforma egységre gondolt Landolt is, mikor azt javasolta, hogy az egységnyi látóélességet $\left(V = \frac{5}{5} = 1\right)$ tegyük 10-szer kisebb értékke; $\left(\alpha = 1'; V = \frac{1}{1'} = 0.1\right)$ „a jelenlegi 0.1 értéket emeljük fel egységgé“ (megszorozván *egyszerűen* 10-zel); az egy helyett tegyünk tizet; a felismerésnek 1'-nyi szögét helyettesítsük 10'-nyi látási szöggel (Gesichtswinkel). Ezáltal semmitsem kellene változtatnunk jelenlegi látáspróbáinkon és vizsgálati módszerünkön. A látáspróbák fölé irt számot (D) el kellene osztanunk 10-zel, a látás élességét kifejező törtet meg kellene szoroznunk 10-zel. Így például a tizedes sorozat $(V = 1/10; V = 0.2 \dots V = 1.0; V = 1.25 \dots V = 2.0)$ a helyett, hogy 0.1-től 2.0-ig terjedő értékeket mutatna, 1-től 20-ig haladna.“

Kiegészítve Landolt eszméjét, a Snellen hat méter vizsgálati távolságra kiszámított táblája új értékekben így nézne ki:

$$\begin{aligned} (D =) & 6.0; 3.6; 2.4; 1.8; 1.2; 0.8; 0.6. \\ (V =) & 1.0; 1.6; 2.5; 3.3; 5.0; 7.7; 10.0. \end{aligned}$$

Landolt azonban maga sem időzik tovább saját eszméjénél, jelölje annak, hogy a javasolt változtatást indokolatlannak tartja. Nem lehet kitalálni, hogy mire alapítja ezt a beosztást vagy legalább is az értékek megnevezését. Kiindulási pontul csakis a felismerés határszöge $(\alpha = 1')$ szolgálhat és pedig a

Snellen és Giraud-Teulon értékében: és mégis azt akarná, hogy az a betű, mely ezen szög alatt „cernitur definite“, mégis 10 látásélesség értéknek feleljen meg. Vagyis $V = \frac{1}{1'}$, mégis egyenlő legyen 10 egységgel. A hogy fentebb is említettem, nekem nem sikerült megértenem azt az alapeszmét, mely ezt az alakítást elfogadhatóvá, sőt csak valószínűvé is tenné. Az a jóakarat, melylyel mértékegységünknek olyan alakot akart adni, mely a mértékegységek általános jellemének megfelel, mindenestre dicséretet és elismerést érdemel, de nem teszi megbocsáthatóvá azt a mennyiségtani furcsaságot, mikor valaki az egységnek megfelelő látási szöget 10-szer kisebbre veszi, az egységnyi látási élesség tizedrészének értékét pedig egyszerűen 10-szer nagyobbá teszi.

Habár éppen Landolt alább bővebben ír a Nicati-féle „Échelles visuelles“ czímet viselő látáspróbákról, mégis úgy látszik, hogy ő Sulzernek juttatja az elsőség érdemét, a mi azt a törekvést illeti, hogy elfogadható mértékegység és mérőrendszer állíttassék a Snellen-féle egység és rendszer helyébe. Én mégis előbb Nicatival akarok végezni, a ki nagyon közel járt ahhoz a mértékegységhez, melyre én nélküle és számításait nem ismerve, akadtam. A mit most tudok róla, az jó szolgálatot tehetett volna a kiindulási pont megválasztásában: valószínű, hogy az Acuitás-egységet kevesebb idő alatt, kevesebb fáradtsággal, sok czéltalan számítgatás elkerülésével vezethettem volna le.

A mennyire a rendelkezéseimre álló irodalom a kérdésben való tisztán látást megengedi, — pedig az Annales d'oculistique CXI. kötetében a 412. és következő lapokon Nicati eredeti közleménye olvasható, — az ő összefoglalása a következő:¹

A látásélesség vizsgálásához 3.5 m. vizsgálati távolságot kell választanunk és pedig azért, mert 3.5 m. távolságban a határszöget kb. 1 mm.-nek megfelelő ív köríti be.

Ez így nagyon nehezen érthető: ha azonban azt értjük alatta, mit Nicati mondani akar, akkor helyes nyomon járunk.

Ugyanis a felismerési távolság (D), a felismerés szöge (α) és a betű vastagsága (ac) között a következő arány áll fenn:

$$\begin{aligned} ac &= D \operatorname{tg} \alpha; \text{ ha } \alpha = 1', \text{ akkor } \operatorname{tg} \alpha = 0.0002909 \\ \text{ha } D &= 3.5 \text{ akkor } D \operatorname{tg} \alpha = \frac{3.5 \cdot 0.0002909}{0.00101815} \end{aligned}$$

vagyis akkor $ac = 0.00102$ m., vagyis akkor $ac = 1$ mm. (a hiba 0.02 mm.) a mi tehát annyit jelent, hogy 1 mm.-nyi betűvastagság — vagy 1 mm.-nyi vastag betű ismerhető fel 3.5 m. távolságból, — 1 mm. vastag betűről keletkezik 3.5 távolságból 1'-nyi szög a szemben.²

Ez a magyarázat azonban már az én rendszeremből kerül a Nicati tételéhez; a fenti idézetnél többet azonban meg nem tudhattam föléle; ez az összes, melylyel a magas mértékegység leszállításához hozzájárul. A fény-

¹ 1. c.: à 3.5 l'angle limite est soutenu par un arc à peu près exactement égal à un millimetre.

² Ez a kis (0.2 mm.-nyi) hiba is kiküszöbölhető, ha $D = 3.4376$; mikor $\frac{3.4376 \cdot 0.0002909}{0.0009999}$ csak egy milliomod meter, illetőleg egy tizedred millimeter a hiba nagysága.

méréssel kapcsolatos látáspróbához, melyek a Fechner-féle törvényen alapulnak, még visszatérünk.

Sulzer a látásélesség egységét úgy állapítja meg rendszerében, hogy az egységnyi látásélességnek megfelelő α szöget 1 centigrad nagyságúnak veszi fel, a mi annyit jelent mint $R: 100 = 90^\circ: 100 = 0.9^\circ = 54'$. Ezzel kapcsolatban ő a látáspróbáknak alapját, illetve magasságát veszi irányadónak, tehát a jel vastagságának ötszörösét. Snellen egységénél $5'$ az alap felismerési szöge, az egység tizedrészénél $50'$; ez áll legközelebb a Sulzer egységéhez, melynél a látási szög $54'$; vagyis míg

$$v = \text{Snellen } 0.1 = \frac{5}{50}, \text{ addig}$$

$$v = \text{Sulzer } 1 = \frac{5}{50} = \frac{1}{10} \text{ (g = centigrad)}$$

A látási szög nevezője centigradokban mutatja Sulzernél a látásélesség értékét:

		Snellen egységének
$54' = 1 \text{ g}$	V (Sulzer) 1	0.0926
$27' = \frac{1}{2} \text{ g}$	2	0.185
$13' 30'' = \frac{1}{3} \text{ g}$	3	0.278
$10' 48'' = \frac{1}{4} \text{ g}$	4	0.370 része

Sajnálni lehet, hogy Sulzer elméleti fejtegetéseiben tovább ment: mikor rendszerét tizedes rendszerbe foglalta, elvesztette lábai alól a talajt. Épen olyan kevésbé szerencsés gondolat az $5'$ -nyi látási szögből való kiindulás, akkor, a mikor a minimum separabile, az angulus limitis mégis csak $1'$.

Tudtommal a mérték egységének leszállítását más meg nem kísérelte, úgy hogy ezek után áttérhetek az Acuitás egységének (A) levezetésére.

b) Az Acuitás (A) egység levezetése.

„Index visus est Acuitas (A), tanta acies oculi, quanta litera unius centimetri crassa, quinque autem centimetrorum alta et longa e distantia unius metri cernitur.”

Mondottuk volt, hogy két szem látási élessége úgy aránylik egymáshoz, mint a látási szögek fordított értékei. Mentől kisebb az a szög, mely a meglátott tárgyról (próbabetűről, alakról stb.) keletkezik a szemben, annál élesebben lát a szem, annál magasabb értéket képvisel annak látási élessége. A látási élességeket egymás között csak úgy mérhetjük meg, ha összehasonlítjuk a Snellen-féle egységnyi látási élességgel, a mely, mint fent láttuk, így jelölendő:

$$V = 1 = \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{1'} = \frac{d}{D}$$

Ez adja meg a szögnek a következő értéket $D: d = \alpha \left(\text{mert } \frac{1}{\alpha} = \frac{d}{D} \right)$

(d = distantia examinandi.)

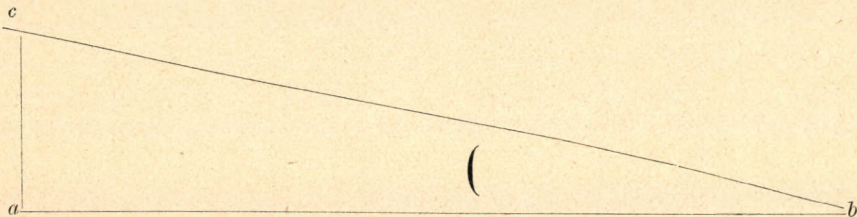
(D = distantia discernendi.)

Ha ezek előrebocsátása után az α szög meghatározása céljából olyan tárgyat keresünk, melynek meglátása, felismerése valóban valamely rendszer egysége lehet, egy olyan tárgyat, mely nagysága szerint valamely bizonyos, ismert fogalmat képvisel és a mely a mi általános méterrendszerünkbe könny-

nyen beilleszthető, úgy kevés válogatás után próbát tehetünk egy olyan tárgygyal (betűvel, alakkal, jellel, Landolt vagy Pflüger által analphabeták számára készített alakban), melynek *vastagsága (kifestett teste) 1 centiméterre rúg*. Oldalai ennek az alaknak Snellen elve szerint vannak megszerkesztve: tehát szélessége 5 cm., magassága szintén 5 cm. Területe pedig $5 \cdot 5 = 25 \text{ cm}^2$.

Talán lehetne egységül venni annyi látási élességet, a mennyivel valamely szem ezt az alakot egy meter távolságban felismeri, ill. meglátja. Bizonyos, hogy annyi látási élesség sokkal kisebb lesz, mint Snellen egységnyi látásélessége, melynél az 5 m.-re való felismerés már maga 5-ször annyi látásélességet enged feltételezni, ez pedig még azonfelül annyival lesz nagyobb, a mennyivel a $D = 5$ jelzett betű kisebb, mint a mi $0.01 \cdot 0.05 \cdot 0.05 \text{ m.}$ méretű betűnk.

A mennyiben $V = \frac{d}{D}$ tehát a mi esetünkben $d = 1 \text{ m.}$ Most csak azt kell eldöntenünk, hogy erről a bizonyos *alapbetűről* milyen távolságban keletkezik $1'$ -nyi szög, vagyis keressük a felismerési távolságot 0.01 m. betű vastagságához, és nevezzük ezt D' -nek.



Legyen $a c$ a betű vastagsága $= 0.01 \text{ m.}$

$a b$ a keresett dist. discern. $= D'$

$$\sphericalangle abc = \alpha = 1'; \text{tg } 1 = 0.0002909$$

$$2 \text{tg } \frac{\alpha}{2} = \text{tg } \alpha = \frac{ac}{ab}; \text{ab tg } \alpha = ac$$

$$ab = \frac{ac}{\text{tg } \alpha} = D', = \frac{0.01}{0.0002909'}$$

miből $D' = 34.376 \text{ m.}$

Helyettesítsük itt az 1 cm. -es alapbetűre 1 m. -ről való meglátást jelentő látásélesség értékébe $D = 34.376 \text{ m.}$, akkor lesz

$$v = \frac{1}{34.376} = 0.02909,$$

vagyis a látásnak annyi mennyisége, melylyel 1 m. -ről egy 0.01 m. vastag (0.05 m. széles és magas) betűt felismerünk, a Snellen-féle egységnek

$\frac{1}{34.376} = 0.02909$ -ed része. Ha ezt a töredékét a Snellen egységnek Acuitásnak (A) nevezzük és egységnek vesszük, akkor az a Snellen-egységnek 34.376 -od része, viszont azonban Snellen egységnyi látóélessége $V = 34.376 A$,

míg egy acuitásnyi látóélességnél $v = 0.02909$.

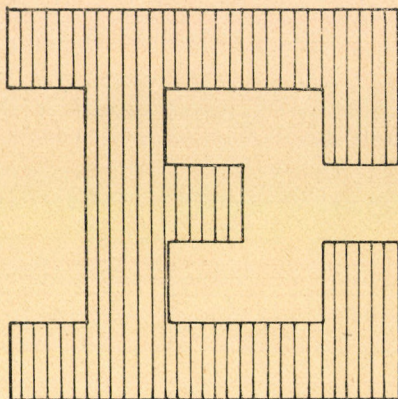
A mennyiben ez az egység (A) teljesen beleilleszkedik a mi hossz-mérték-rendszerünkbe: mert az alapbetű vastagsága 1 cm. , a látási távolság pedig 1 m. , minthogy továbbá igen alacsony értéket képvisel, (még

$V = \frac{5}{50} = 0.1$ -nyi látóélesség is 3.4376 Acuitásnak felel meg), úgy látszik, hogy érdemes vele kissé bővebben foglalkoznunk.

Milyen nagy az 1 m. távolságban levő alapbetűről szemünkben keletkező szög?

$$\text{Ha } v = \frac{1}{34.376}, \text{ és } v = \frac{1}{\alpha}, \text{ akkor } \alpha = 34.376 = 34' 22''.$$

Ez az alapbetű 34.376 m.-ről ismerhető fel: ebből a távolságból keletkezik $1'$ -nyi szög róla szemünkben: 1 m. távolságból azonban $34.376' = 34' 22''$ -nyi szög támad róla. Az alapbetű rögtönzött rajza itt látható:



A Snellen-féle elmélet leglényegesebb pontja tehát épségben van tartva, vagyis $1' = \text{angulus limitis discernendi}$. Ha $V = 1$, akkor $\frac{5}{5}$, illetőleg $\frac{34.376}{34.376}$ -al kell szemben állanunk, vagyis $d = 34.376$, ebben a távolságban kell az alapbetűt felismernünk, a mely alapbetű épen ebből a távolságból képez $1'$ -nyi szöget szemünkben. Ez az egységnyi V pedig megfelel 34.376 Acuitás-egységnek.

Ha fele olyan vastag (széles és magas) betűt ismer fel a szem egy m. távolról — akkor két A-sal van dolgunk, vagyis A 2-vel. Ennek V értéke $\frac{2}{34.376} = \frac{1}{17.188}$, a mi azt jelenti, hogy a fél centimeter vastag betűt 1 m. távolból $17.188'$ -nyi szög alatt látjuk, illetőleg az 17.188 m.-ről képez szemünkben $1'$ -nyi szöget, a mi pedig a felismerés határa.

Ha tehát az acuitás-egységek abszolút számúit tekintjük (mikor a látás távolsága mindig 1 m.), akkor bizonyos $\frac{1}{n}$ cm. vastag betűhöz A n Acuitás egységnyi látási élesség fog tartozni: az ehhez tartozó látási szöget pedig úgy kapjuk meg, ha $34.376'$ -ot vagyis D' -et — mint a mely az alapbetű látási szöge is 1 m.-ről — elosztjuk n -nel, az abszolút Acuitások számával. Ez a hányados $(34.376 : n)$ fogja megadni a felismerési távolságot is, azt a távolságot, mely-

ben az A n-hez tartozó betű $\left(\frac{0.01}{n}\right)$ vastagság mellett) 1'-nyi szög alatt jelenik meg szemünkben.

Ha az Acuitás absoluta (A a) = A n, akkor

$$\begin{array}{lll} \text{a betű vastagsága;} & \text{a látásszöge;} & \text{a felismerés távolsága;} \\ d & \alpha & D \\ 1 \text{ m} & \left(\frac{0.01}{n}\right) \text{ m} & \frac{34.376}{n} \text{ m}, \\ \text{ugyanekkor} & & v = \frac{d}{D} = \frac{1}{34.376 : n} = \frac{1}{34.376}. \end{array}$$

Ezek a képletek különös fontossággal bírnak a betűk, jelek vizsgálásához használt objectumok megismerésénél. Egyébként azonban változásnak kell őket alávetni, mert $d = 1$ m csak az abszolút Acuitás értékére nézve lehet; a gyakorlatban legalább 4–10 m. távolságban vizsgálunk; így d értéke s ennyivel nagyobb lesz.

Ha pedig d értéke nagyobbodik, akkor a látás élessége is növekszik, így az Acuitás egységeken kifejezve annyszor nagyobb kell hogy legyen, a hányszor d nagyobb, mint az abszolút Acuitáshoz tartozó egy méternyi d .

Ha a vizsgálás 2 m. távolságból történik, akkor az alapbetű felismerése ebben a távolságban $= 2 A$, ennek Visus-értéke pedig $= \frac{2}{34.376} =$

$= \frac{1}{17.188}$. Az acuitásoknak számát, melyet bizonyos (r) távolságban való

vizsgálás után kaptunk, mint *Acuitas relativát kell* jelelnünk $= A_r$. Ez tehát nem más, mint az abszolút Acuitás értékszáma, megszorozva a vizsgálás távolságával méterekben. Mint ilyen szorzat, mely tényezői szerint más és más d -re és más és más A_a -ra vonatkozhatik, zárjelbe teendő: például ($A 10$). Ennél a jelzési módnál észszerűbb, ha a tényezőket is kiírjuk, a mivel megmondjuk azt is, hogy ehhez a vizsgálási eredményhez milyen úton jutottunk, vagyis (A_r) $= d A_a$, a fenti esetben ($A 10$) $= 5 A 2$, a mi annyit jelent, hogy a vizsgálandó 5 m. távolságból felismert 0.5 cm. = 5 mm. vastag, 2.5 cm. széles és magas betűt. De ($A 10$) $= 4 A 2.5$, a mikor a felismerés 4 m. tá-

volságra és $\frac{1}{2.5}$ cm. = 4.0 mm. vastag betűre vonatkozik. De jelenthetne ($A 10$) $= 2.5 A 4$, mikor a vizsgálás 2.5 m.-ből történt és a felismert legapróbb betű $\frac{1}{4}$ cm. = 2.5 mm. vastag volt.

$$\text{Tehát } (A_r) = d A_a; \quad v = \frac{d A_a}{34.376} = \left(\frac{A_r}{34.376} \right).$$

Az abszolút Acuitások száma megadja a jelek méreteit. Ha a harmadik ábra $a c$ jelzését megtartjuk a jel vastagságára nézve, melynek bizonyos D távolságból (ab) kell 1'-nyi szög alatt szemünkben jelentkezni, akkor az ac -nek az A_a által megszabott nagysága megadja az illető ac -nek felismerési távolságát is, hiszen $D = \frac{ac}{\text{tg } 1'}$. Ha Acuitás absoluta $= A 2$, akkor a betű

$$\text{vastagsága } ac = \frac{0.01}{2} = 0.005.$$

$$D = \frac{0.005}{0.0002909} = \frac{50000}{2909} = 17.188,$$

Ha azonban a vizsgálás 5 m.-ről történt, akkor $d = 5$; $(Ar) = 5 A 2 = (A 10)$, a mi pedig megfelel

$$v = \frac{d}{D} = \frac{5}{17.188} = 0.2909, \text{ vagyis } D = \frac{34.376}{A a} = 17.188.$$

De a látás élessége ugyanaz marad, ha $(A 10) = 5 A 2 = 4 A 2.5$ vesszük, mikor

$$v = \frac{d}{D} = \frac{4}{13.7504} = 0.2909,$$

(mert ez esetben $ac = \frac{0.01}{2.5} = 0.004D$; $= \frac{0.004}{0.0002909} = 40000 : 2909 = 13.7504$; azonban $34.376 : 2.5 = 13.7504$; $4 : 13.7504 = 40000 : 137504 = 0.2909$).

Összegezve a $(10 A) =$ Acuitás relatív 10-re vonatkozó, könnyen ellenőrizhető eshetőségeket, azt találjuk, hogy a V érték mindig egy és ugyanaz; azonban a vizsgálás távolságának és az A -ások számának jelelve kell lenniök.

$$\begin{aligned} (A 10) = 10 A \quad v &= \frac{10}{34.376} = \frac{1}{3.4376} = 0.2909 \\ &= 5 A 2 \quad v = \frac{5}{17.188} = \frac{1}{3.4376} = 0.2909 \\ &= 4 A 2.5 \quad v = \frac{4}{13.7504} = \frac{1}{3.4376} = 0.2909 \\ &= 3 A 3.3 \quad v = \frac{3}{10.31291} = \frac{1}{3.4376} = 0.2909 \\ &= 2 A 5 \quad v = \frac{2}{6.8752} = \frac{1}{3.4376} = 0.2909 \\ &= A 10 \quad v = \frac{1}{3.4376} = \frac{1}{3.4376} = 0.2909 \end{aligned}$$

De ugyanerre az eredményre jutunk, ha $v = \frac{1}{\alpha}$ értelmében az α szög reciproc értékét vesszük, a mi pedig egyenlő (lásd fent)

$$\frac{d A a}{34.376} = \frac{A r}{34.376}$$

ez esetben (ha $A 10$)

$$\frac{10}{34.376} = \frac{1}{3.4376} = 0.2909 V.$$

Hogyan kapjuk meg tehát valamely $(A r)$ Visus-értékét, ha az hányadosaiban van $(d A a)$ alakjában) jelezve? Az 1 meterre szóló $A a$ Visus értéke annál nagyobb lesz, mentől távolabbról vizsgálunk — ez tehát egyenesen szorzó alakjában lép a számlálóba — míg az Acuitás abszolútának mutatójával el kell osztanunk a nevezőben szereplő D' -et az 1 cm. alapbetűi felismerési távolságát jelentő 34.376 m.-t, a mikor itt a nevezőben már az illető $A a$ -hoz tartozó felismerési távolságot találjuk.

$$1 \text{ A-nál } d = 1 \text{ m; } D = 34\cdot376 \text{ m; } v = \frac{d}{D} = \frac{1}{34\cdot376} = 0\cdot02909$$

$$5 \text{ A-nál } d = 5 \text{ m; } D = 34\cdot376 \text{ m; } v = \frac{d}{D} = \frac{5}{34\cdot376} = 0\cdot14545$$

$$6 \text{ A-nál } d = 6 \text{ m; } D = 34\cdot376 \text{ m; } v = \frac{d}{D} = \frac{6}{34\cdot376} = 0\cdot17454$$

Ha azonban ugyanezekből a távolságokból

$$d = \frac{1}{5} \left. \vphantom{\frac{1}{5}} \right\} \text{ m. olyan betűket olvastatunk, melyek}$$

$$Aa = \frac{1}{5} \left. \vphantom{\frac{1}{5}} \right\} \text{ nek felelnek meg, akkor}$$

$$1 \text{ A } 1 = (A \ 1) \quad d = 1 \text{ m; } \quad D = 34\cdot376 \quad = 34\cdot376; \quad V = \frac{d}{D} = \frac{1}{34\cdot376} = 0\cdot02909$$

$$1 \text{ A } 5 = (A \ 5) \quad d = 1 \text{ m; } \quad D = 34\cdot376 \quad = 34\cdot376; \quad V = \frac{d}{D} = \frac{5}{34\cdot376} = 0\cdot14545$$

$$1 \text{ A } 6 = (A \ 6) \quad d = 1 \text{ m; } \quad D = 34\cdot376 \quad = 34\cdot376; \quad V = \frac{d}{D} = \frac{6}{34\cdot376} = 0\cdot17454$$

$$5 \text{ A } 1 = (A \ 5) \quad d = 5 \text{ m; } \quad D = 34\cdot376 : 5 = 6\cdot8752; \quad V = \frac{d}{D} = \frac{1}{6\cdot8752} = 0\cdot14545$$

$$5 \text{ A } 5 = (A \ 25) \quad d = 5 \text{ m; } \quad D = 34\cdot376 : 5 = 6\cdot8752; \quad V = \frac{d}{D} = \frac{5}{6\cdot8752} = 0\cdot72725$$

$$5 \text{ A } 6 = (A \ 30) \quad d = 5 \text{ m; } \quad D = 34\cdot376 : 5 = 6\cdot8752; \quad V = \frac{d}{D} = \frac{6}{6\cdot8752} = 0\cdot8727$$

$$6 \text{ A } 1 = (A \ 6) \quad d = 6 \text{ m; } \quad D = 34\cdot376 : 6 = 5\cdot7294; \quad V = \frac{d}{D} = \frac{1}{5\cdot7294} = 0\cdot17454$$

$$6 \text{ A } 5 = (A \ 30) \quad d = 6 \text{ m; } \quad D = 34\cdot376 : 6 = 5\cdot7294; \quad V = \frac{d}{D} = \frac{5}{5\cdot7294} = 0\cdot8727$$

$$6 \text{ A } 6 = (A \ 36) \quad d = 6 \text{ m; } \quad D = 34\cdot376 : 6 = 5\cdot7294; \quad V = \frac{d}{D} = \frac{6}{5\cdot7294} = 1\cdot04714$$

A mennyiben itt a betű vastagságára $ac = 0\cdot01 : n$ alakot vehetjük fel, mikor is n az absolut acuitások mutatója: akkor mert

$$\frac{ac}{\text{tg } 1'} = D; \quad v = \frac{d}{D}; \quad v = \frac{d}{0\cdot01 : n} \quad \text{vagyis } v = \frac{d \cdot 0\cdot0002909}{0\cdot01 : n}$$

a mi annyit jelent, hogy az Acuitás relativák számát meg kell szoroznunk $0\cdot02909$ -el és megkapjuk az illető acuitás relativának megfelelő Visus értékét.

A levezetés legelső része éppen abban állott, hogy megállapítottuk, hogy $1 \text{ A} = \frac{1}{34\cdot376} V$, vagyis ha a Visus-értéknek megfelelő Acuitás-értéket akarjuk megkapni, a Visus értéket meg kell szoroznunk $34\cdot376$ -al.

Például $v = 0\cdot1$, annak megfelel $0\cdot1 \cdot 34\cdot376 = (3\cdot4376 \text{ A})$.

Ha ez a $v = 0.1 = \frac{5}{50}$, akkor $(3.4376 A) = d A a = 5 A 0.68752$;

ha azonban $v = 0.1 = \frac{6}{60}$, akkor $d = 6$ és $(3.4376 A) = 6 A 0.57293$.

Ha azonban ugyanazt a betűt ismeri fel a szem 6 m.-ről, melyet méretei 50 m.-ről tesznek felismerhetővé ($\alpha = 1'$), akkor, míg

$$5 \text{ m.-ről } v = \frac{5}{50}, \text{ már}$$

$$6 \text{ m.-ről } v = \frac{6}{50},$$

$$v = \frac{5}{50} = (A 3.4376) = 5 A 0.68752 \text{ és}$$

$$v = \frac{6}{50} = (A 4.12512) = 6 A 0.68752.$$

Láttuk fent, hogy az abszolút Acuitások száma megadja a betűk, jelek, alakok vastagságát, valamint a felismerési távolságot; mert

$$\frac{0.01}{n} = ac \text{ és } \frac{34.376}{n} = D$$

értékek képviselik azokat.

Nézzük, hogy a V-számításnál milyen eljárást kell követnünk, ha bizonyos, felvett d-hez bizonyos felvett rendszerben látáspróbákat, betűket, jeleket, alakokat akarunk szerkeszteni.

A d- és V-értékeket önként vesszük fel és mondhatjuk, hogy: ha $d = 4$ és $v = 0.1$, akkor $v = \frac{d}{D}$, tehát $D = \frac{d}{v}$, ez esetben $D = \frac{4}{0.1} = 40$, ha azonban $d = 6$ és $v = \frac{1}{6}$, akkor $D = 6 : \frac{1}{6} = 36$.

Ugyanitt $ac = a$ betű vastagsága $= D \operatorname{tg} 1'$ és $D = \frac{ac}{\operatorname{tg} 1'}$ (a mennyiben $2 \operatorname{tg} \left(\frac{v}{2} \right) = \operatorname{tg} \alpha$).

De D-re fent azt találtuk, hogy

$$D = \frac{34.376}{n} = \text{tehát} \frac{ac}{0.0002909} = \frac{34.376}{n}$$

vagyis $ac n = 34.376 \cdot 0.0002909$.

Ha A 1-ről van szó, akkor $ac = 0.01$ és $n = 1$, vagyis $1 \cdot 0.01 = 0.01 = 34.376 \cdot 0.0002909 = 0.01000$ (a számítás a millimeter ezredrészeig pontos).

Ha $D = \frac{34.376}{n}$, egy Acuitásra vonatkozó v pedig $= \frac{1}{D}$, akkor az n Acuitáshoz tartozó $v = \frac{n}{34.376}$.

De ez az n a betű nagyságát is mutatja, a miből azután megtudjuk, hogy valamely $0.01 : n$ betűhöz milyen felismerési távolság, illetőleg vala-

milyen felvett felismerési távolságban mennyi Acuitas és milyen méretű betű tartozik, mert $n = 34\cdot376 : D$.

Ez a képlet nem jelent egyebet, mint azt, hogy az absolut Acuitások számát megkapjuk, ha az alapbetűhöz tartozó felismerési távolságot ($D' = 34\cdot376$) elosztjuk azzal a számmal, melyben a kívánt betű $1'$ alatt jelenik meg a szemben. Például ha $d = 5$, akkor $(A\ 3\cdot4376) = 5\ A\ 0\cdot67752 = V$ értékben $\frac{5}{50}$ és így $D = 50$; a betű vastagsága pedig $0\cdot01 : 0\cdot68752 = 1000 : 68752 = 0\cdot014545 = 14\cdot5\text{ mm}$.

De a D értékére 50 m -t kapunk akkor is, hogy ha az alapbetű felismerési távolságát D' -et ($34\cdot376$) elosztjuk n -nel, vagyis $0\cdot68752$, mikor $34\cdot376 : 0\cdot68752 = 50$ vagy $\frac{D'}{D} = n$.

Az alapbetűhöz tartozó felismerési távolságot D' egy tetszésszerű felismerési távolsággal D elosztva, megkapjuk az absolut Acuitások számát; ezt az A -t pedig a vizsgálás távolságával szorozva, kapjuk a relativ Acuitások számát.

De a relativ acuitások számát akkor is ugyanezen értékben kell megkapnunk, ha az alapbetűhöz tartozó V -értéket fordított értelemben, tehát \propto értékében elosztjuk valamely tetszésszerű betűhöz tartozó \propto -val.

$$V = \frac{1}{\alpha}$$

$$1\ A = \frac{1}{34\cdot376} V.$$

$1\ A$ -nál $\alpha \propto = 34\cdot376$
Ha $v = 0\cdot1$, akkor $\propto \alpha = 10$,

$$(Ar) = \frac{34\cdot376}{10'} = \frac{\alpha}{\alpha'} = 3\cdot4376.$$

Ha ezt elosztjuk azzal a távolsággal, melyben a vizsgálás végbement, megkapjuk az A -t és ebből a betű méreteit.

$(Ar) = \frac{\alpha}{\alpha'}$, szavakban így hangzik: ha az alapbetűhöz tartozó, a szemben egy meterről keletkező látási szöget elosztjuk egy tetszésszerű látási szöggel (mely $D:d$ eredménye) megkapjuk a relativ acuitások számát.

Röviden összefoglalva tehát a következő meghatározások és képletek játszanak itt szerepet:

„Visus indicatur relatione distantiae examinandi (d) ad distantiam discernendi (D)-Angulus limitis discernendi est unius minutae.” (Snellen módosított meghatározása.)

„Index visus est acuitas (A), tanta acies oculi, quanta litera unius centimetri crassa, quinque autem centimetrorum alta et longa e distantia unius metri cernitur. Litera illa e distantia unitatis sub angulo $34\cdot376$ minutarum apparet, id est angulus limitis discernendi unius minutae ($1'$) de ea e distantia metrorum $34\cdot376$ existit.”

A a = Acuitás absoluta: annyi látási élességet jelent, melylyel az alapbetűt 1 m . távolságról meglátja a szem.

Az alapbetű 0·01 . 0·05 . 0·05 méretű

Acuitas relativa	= d A a
ac	= a betű (alak, jel) vastagsága
5 ac	= ugyanannak szélessége vagy magassága.
v = Visus	= látási élesség Snellen szerint
d	= distantia examinandi; a vizsgálás távolsága
D	= distantia discernendi; a felismerés távolsága
$\sphericalangle \alpha$	= a látás szöge
$\sphericalangle 1'$	= a felismerés határszöge
tg 1'	= 0·0002909

$$V = \frac{1}{\alpha} = \frac{d}{D}; \text{ ha } d = D, \text{ akkor } \alpha = 1'; v = V = 1$$

$$D = \frac{d}{v} = \frac{ac}{\operatorname{tg} 1'}$$

$$ac = D \operatorname{tg} 1'$$

$$\alpha = \frac{D}{d} = \frac{1}{v}$$

* * *

$$D' = 34\cdot376 \text{ m.}$$

$$v = \frac{d \operatorname{tg} 1'}{ac} = \frac{Ar}{34\cdot376}$$

$$\alpha = \frac{34\cdot376}{Ar} = \frac{D}{d}$$

$$D = \alpha d = \frac{34\cdot376}{A a} = \frac{34\cdot376 d}{(Ar)}$$

$$ac = \frac{0\cdot01}{A a}$$

$$A a = \frac{34\cdot376}{D} = \frac{(Ar)}{d} = \frac{34\cdot376}{d} v$$

$$(Ar) = d A a = 34\cdot376 \cdot v = \frac{34\cdot376}{a \cdot d}$$

$$\begin{aligned} v &= 0\cdot029 A, \\ V &= 1 = (A \cdot 34\cdot376) \\ v &= \frac{A a}{D' : d 1'}. \end{aligned}$$

¹ Lásd alább.

c) Az acuitás-egység a gyakorlatban.

Az acuitások relativ száma, ha elosztjuk a vizsgálati távolsággal, adja az acuitások absolut számát $\left(\frac{Ar}{d} = Aa\right)$, míg az absolut acuitások számának reciproc értéke $\frac{1}{Aa}$ adja a megfelelő betű vastagságát centiméterekben.

Ha például $(Ar) = (A\ 20)$ és ha $d = 5$ m. akkor $Aa = \frac{5}{20} = A\ 4$ és a hozzá tartozó betű $\frac{1}{4}$ cm. vastag, 2 cm. széles és 2 cm. magas. Jelzése $(5\ A\ 4)$.

De az acuitások relativ száma megjeleli egyszersmind a $\frac{d}{D}$ által jelelt V-értéket, a mikor $D = 34.376$ és $d = 20$, mert 5 m. távolságról 1 cm. vastag betű $\frac{5}{34.376}$ látási élességnek felel meg Snellen szerint; — egy olyan betűnek megfelelő látási élesség (ugyanabból a távolságból) azonban, melynek vastagsága négyszer kisebb, mint 1 cm. $\left(\frac{1}{4} \text{ cm.} = 0.25 \text{ cm.}\right)$ természetesen négyszer nagyobb lesz: vagyis $\frac{20}{34.376}$. Ha tehát az acuitások relativ számát elosztjuk 34.376-tal, vagy röviden 35-el, megkapjuk az adott esetnek megfelelő V-értéket. Előnyéül kell tehát betudnunk az acuitás-rendszernek, hogy a $\frac{d}{D}$ érték Snellen szerint *egy állandó nevezőre van hozva* és pedig körülbelül 35-re (D'), a mi az 1 cm. vastag betűnek felismerési távolságát jelenti, vagyis azt a távolságot jelenti, melyben az 1 cm. vastag betű 1'-nyi szög alatt jelenik meg a szemben. $V = \frac{(Ar)}{D'}$.

$(A\ 15)$ és $(A\ 30)$ ez esetben tehát úgy aránylik egymáshoz, mint $\frac{15}{35}$ a $\frac{30}{35}$ -höz, a mely törtek egyszersmind a $\frac{d}{D} = V$ értéket is kifejezik.

A látási élességnek acuitás egységekben való mérése elé épen olyan nehézségek gördülnek, — legalább a mi az acuitás-rendszer általános bevezetését illeti, mint a milyenekkel a dioptria-rendszernek meg kellett küzdenie. Sőt azt kell állitanom, hogy a kettő között bizonyos eltagadhatatlan hasonlatosságot látok. Mindkét rendszer kiküszöböli a törteket; a mint a lencse fénytörő ereje növekszik, úgy annak értékét megfelelőleg magasabb

tottam acuitás egységekben, a melyhez a 6 m.-re szerkesztett táblának 5 m. távolságban való használása útján jutunk), vagyis kiszámítottam a

$$V = \frac{6}{50}, \frac{6}{30}, \frac{6}{20}, \frac{6}{15} \text{ stb. és az } \frac{5}{60}, \frac{5}{36}, \frac{5}{24}, \frac{5}{18}$$

stb. sorozatok értékeit is acuitás-egységekben. Habár bizonyos D (distantia discernendi) megszabja az Aa számát akár 5, akár 6 m.-ről történik is a vizsgálat, hogy azonban az acuitások összes, relativ számát megkapjuk, ezt az illető d-vel meg kell szoroznunk. Legyen pl.:

$$D = 60 \text{ és } Aa = 0.57; \text{ akkor, ha } d = 6 \text{ m.}$$

$$V = \frac{6}{60}; (Ar) = 6.0.57 = (A 3.44); \text{ de ugyanakkor, ha } d = 5 \text{ m.}$$

$$V = \frac{5}{60}; (Ar) = 5.0.57 = (A 2.85).$$

Az acuitások abszolút számát megadja a következő képlet $Aa = 34.376 : D$; ebből az acuitások relativ számát pedig a d-vel való szorzás fogja megadni.

A második sorozatba¹ szántam azokat a táblázatokat, melyek kiszámításával az volt a célom, hogy a tizedes-rendszerbe foglalt V-értékek átszámítását lehetővé tegyem. E négy táblázat mindegyikében a relativ acuitások száma a megfelelő V-értéknél állandó, hiszen azt $V \cdot 34.376$ képlet adja meg; itt pedig V tizedes törtben jelezve, a megfelelő sorban állandó értéket képvisel. Épen így a megfelelő tizedes törtben jelzett V-értékeknek állandó látási szögek (α) van: akár 4, 5, 6, 7, 10 m.-ről nyerünk 0.1 látási éleséget ($1/10$), $\alpha = \frac{1}{V}$, vagyis ez esetben mindig $\alpha = 10'$, és a mint fent mondtuk, $(Ar) = (3.4376)$ mert $34.376 \cdot V = 34.376 \cdot 0.1 = (3.4376) = Ar$.

A harmadik sorozatot a 9—12. táblázat képezné, melyekben az acuitás-egységek sorozatát olyanformán iparkodtam összeállítani, hogy azok a legkülönbözőbb vizsgálati távolságban használhatók legyenek. Azok az értékek, melyek arra a bizonyos vizsgálati távolságra felhasználhatók s a melyek a V-táblák szokásos sorozatát megközelítik, alá vannak húzva.

Érthető azonban, hogy ily különböző vizsgálati távolságokra lehetetlen volt olyan sorozatot összeállítani, a mely sorozatnak egyes tagjai között egyforma legyen a különbség: vagyis a mely sorozat egyenletes emelkedést mutasson. Épen így egyéb kifogás is érhetné ezeket a táblázatokat, a melyektől azonban a IV. csoportot egyedül alkotó, 7 m. vizsgálati távolságra szerkesztett táblázat, szerény nézetem szerint ment kell, hogy maradjon. (13-dik táblázat.²) Ez a 7 m.-es távolság jóval nagyobb, mint a mit eddig alkalmazni szoktunk: ez azonban csak előnye a módszernek, hiszen a látásélesség vizsgálása mindig össze van kötve a távolpont lehető pontos meghatározásával.

$$\text{Ha } d = 4, \text{ akkor az esetleges } Acc = 0.25 D$$

$$" \quad d = 5 \quad " \quad " \quad " \quad " = 0.20 D$$

$$" \quad d = 6 \quad " \quad " \quad " \quad " = 0.16 D$$

$$" \quad d = 7 \quad " \quad " \quad " \quad " = 0.14 D$$

vagyis ez utóbbi esetben csak $1/7$ dioptriányi értékben kell az illetőnek alkalmazkodnia.

¹ Közlésre technikai okokból csak 1. Snellen pro d = 6 m.; 2. Csapodi pro d = 5 m.; 3. Pflüger (Decimal Optotypi) pro d = 5 m.; 4. Acuitas-tábla pro d = 7 m. és 5. ennek 50-szer kicsinyített alakjának értékei kerülhettek.

² L. a IV. táblát.

A 7 m.-nyi távolság nyilvános rendelő helyiségekben, klinikák, poliklinikák vizsgáló szobájában bőven rendelkezésre áll, ha azonban nem volna meg, a mi magánhelyiségben a gyakoribb eset lesz, akkor sík tükörben való vizsgálással segíthetünk a dolgon.

Sík tükörben való vizsgálással a távolságnak csak felére van szükségünk, vagyis ténylegesen 3.5 m.-re vagy pontosabban 3 m. és 437 és fél millimetre.¹

Ez a vizsgálati mód különben olyan előnyöket nyújt, melyeket nem lehet eléggé megbecsülni. Csatlakoznom kell e tekintetben Pflüger nézetéhez, a ki személyesen is több ízben hangsúlyozta, de tizedes látástáblájához kiadott füzetében meg is írta, hogy a legkisebb sajnálkozás nélkül hagyta volna ott a szemorvosi gyakorlatot, ha a sík tükörben való látásvizsgálás előnyéről le kellene mondania.

A 7 méterben való vizsgálás mellett ugyanis

Absolut acuitás	0.25,	0.5,	0.75,	1.0,	1.5,	2.0,	megfelel
Visus-értékben	0.05,	0.1,	0.15,	0.2,	0.3,	0.4,	résznek.
Absolut acuitás	2.5,	3.0,	3.5,	4.0,	4.5,	5.0,	megfelel
Visus-értékben	0.5,	0.6,	0.7,	0.8,	0.9,	1.0,	résznek.

A relativ acuitás természetesen az absolut acuitás 7-szerese. $V = 0.5 = 7 A 2.5 = (A 17.5)$

E sorozathoz még 4 érték csatlakozhat és pedig, ha $(A 35) = V = 1$ (Snellen).

1. (A 40) = 7 A 5.7	= V 1.16 =
2. (A 50) = 7 A 7.1	1.45
3. (A 60) = 7 A 8.6	1.75
4. (A 70) = 7 A 10	2.0

Ugyanílyen sorozat áll azonban elő 5 m.-es vizsgálati távolságra, mikor a V értékek az egységnyi (Snellen-féle V) hetedrészzei:

Aa	0.5,	1,	2,	3,	4,	5,	6,	7,	8,	9,	10,	11,	12,	13,	14,
(Ar)	2.5,	5,	10,	15,	20,	25,	30,	35,	40,	45,	50,	55,	60,	65,	70,
ac ²	20,	10,	5,	3.3,	2.5,	2,	1.6,	1.4,	1.25,	1.1,	1.0,	0.91,	0.83,	0.77,	0.5,
V	0.5:	$\frac{1}{7}$,	$\frac{2}{7}$,	$\frac{3}{7}$,	$\frac{4}{7}$,	$\frac{5}{7}$,	$\frac{6}{7}$,	$\frac{7}{7}$,	$\frac{8}{7}$,	$\frac{9}{7}$,	$\frac{10}{7}$,	$\frac{11}{7}$,	$\frac{12}{7}$,	$\frac{13}{7}$,	$\frac{14}{7}$,

Ha 34.376 helyett 36 m.-t veszünk, a mi egy tized $\left(\frac{6}{60}\right)$ Snellen-féle V-nál a relativ acuitásban $3.6 - 3.4376 = (0.1624)$, az absolut acuitásban $3.6 - 3.4376 = 0.1624$

$\frac{6}{6} - \frac{3.4376}{6} = \frac{0.1624}{6} = 0.027$, a betű vastagságában 0.00081 m., vagyis $\left(\frac{6}{60}\right)$ V-nak megfelelő betű vastagságában 0.8 mm. különbséget tesz ki, akkor

a 6 m. vizsgálati távolságra szerkeszthető látáspróbatábla adatai a következők:

Aa	0.5,	1.0,	2.0,	3.0,	4.0,	5.0,	6.0,	7.0,	8.0
Ar	(3.0),	(6.0),	(12),	(18),	(24),	(30),	(36),	(42),	(48)
ac (mm.)	20,	10,	5,	3.3,	2.5,	2.0,	1.6,	1.4,	1.25
V =	$\frac{0.5}{6}$,	$\frac{1}{6}$,	$\frac{2}{6}$,	$\frac{3}{6}$,	$\frac{4}{6}$,	$\frac{5}{6}$,	$\frac{6}{6}$,	$\frac{7}{6}$,	$\frac{8}{6}$

¹ A hiba 3125 tizmilliomodmillimeter.

² ac = a betű (jel stb.) vastagsága mm-ben.

A látás élességét tehát Snellen értelmében megmutatja az acuitás táblák betűi felett olvasható (Ar), ha azt elosztjuk 35. Ez a közös nevező: (Ar) pedig $= d \text{ A}\alpha$.

De az Aa is lehet a V (Snellen) érték átszámításánál irányadó, mikor a nevezőbe az a szám kerül, melyet nyerünk, ha 35-öt (illetőleg $d=6 \text{ m}$.

esetében csekély hibával 36-ot) elosztjuk a vizsgálati távolsággal: $V = \frac{\text{Aa}}{D':d}$

$$\begin{aligned} d=5; & \quad 35:5=7 \\ d=7; & \quad 35:7=5 \\ d=4; & \quad 36:4=9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d=6; & \quad 36:6=6 \\ d=8; & \quad 36:8=4.5 \\ d=10; & \quad 35:10=3.5 \end{aligned}$$

Legyen:

Acuitás abs.	0.5;	1.0;	2.0;	3.0;	4.0;	5.0;	6.0;	7.0;	8.0;	9.0;	10.
$d=4; V=$	$\frac{0.5}{9};$	$\frac{1}{9};$	$\frac{2}{9};$	$\frac{3}{9};$	$\frac{4}{9};$	$\frac{5}{9};$	$\frac{6}{9};$	$\frac{7}{9};$	$\frac{8}{9};$	$\frac{9}{9};$	$\frac{10}{9};$
$d=5$	$\frac{0.5}{7};$	$\frac{1}{7};$	$\frac{2}{7};$	$\frac{3}{7};$	$\frac{4}{7};$	$\frac{5}{7};$	$\frac{6}{7};$	$\frac{7}{7};$	$\frac{8}{7};$	$\frac{9}{7};$	$\frac{10}{7};$
$d=6$	$\frac{0.5}{6};$	$\frac{1}{6};$	$\frac{2}{6};$	$\frac{3}{6};$	$\frac{4}{6};$	$\frac{5}{6};$	$\frac{6}{6};$	$\frac{7}{6};$	$\frac{8}{6};$	$\frac{9}{6};$	$\frac{10}{6};$
$d=7$	$\frac{0.5}{5};$	$\frac{1}{5};$	$\frac{2}{5};$	$\frac{3}{5};$	$\frac{4}{5};$	$\frac{5}{5};$	$\frac{6}{5};$	$\frac{7}{5};$	$\frac{8}{5};$	$\frac{9}{5};$	$\frac{10}{5};$
$d=8$	$\frac{0.5}{4.5};$	$\frac{1}{4.5};$	$\frac{2}{4.5};$	$\frac{3}{4.5};$	$\frac{4}{4.5};$	$\frac{5}{4.5};$	$\frac{6}{4.5};$	$\frac{7}{4.5};$	$\frac{8}{4.5};$	$\frac{9}{4.5};$	$\frac{10}{4.5};$
$d=9$	$\frac{0.5}{4};$	$\frac{1}{4};$	$\frac{2}{4};$	$\frac{3}{4};$	$\frac{4}{4};$	$\frac{5}{4};$	$\frac{6}{4};$	$\frac{7}{4};$	$\frac{8}{4};$	$\frac{9}{4};$	$\frac{10}{4};$
$d=10$	$\frac{0.5}{3.5};$	$\frac{1}{3.5};$	$\frac{2}{3.5};$	$\frac{3}{3.5};$	$\frac{4}{3.5};$	$\frac{5}{3.5};$	$\frac{6}{3.5};$	$\frac{7}{3.5};$	$\frac{8}{3.5};$	$\frac{9}{3.5};$	$\frac{10}{3.5};$

része a Snellen-féle Visus-egységnek. Ennek a törtnek a számlálója tehát az Aa, nevezője pedig 35 illetőleg 36-nak a vizsgálati távolságával való osztása után maradó eredmény, vagyis $V = \frac{\text{Aa}}{35:d}$. Az Aa a betűk felett olvasható; a d szabadon választható.

A XIV. tábla¹ a 7 m. vizsgálati távolságra szerkesztett sorozatnak 50-szeresen kicsinyített alakjának értékeit tünteti fel. Ez optikai úton könnyen végbevihető és akkor Pflüger ajánlata szerint excessiv Myopiánál a látás élességét közvetlen olvasatással állapíthatjuk meg, a nélkül, hogy a nagyfokú Myopiát javító homorú üveg kicsinyítő hatására kevesebb legyen az eredmény.

Ötvenszeres kicsinyítésnél a 4-ik tábla abszolút acuitás értékei (0.25—10) ötvennel megszorozandók, mikor is 12.5—500-ig terjedő sorozatot kapunk. E sorozat V-értékei: (Snellen szerint), ha

	(Ar)	V	(Ar)	V
$d=0.14 \text{ m.}$	(A 1.75)	0.05-től	(A 70)	2.0-ig
$d=0.105 \text{ m.}$	(A 2.25)	0.038 „	(A 52.5)	1.5 „
$d=0.07 \text{ m.}$	(A 3.5)	0.025 „	(A 35)	1.0 „

¹ Az 5-ik tábla.

terjednek. Igaz, hogy az A 500-nak megfelelő betű 0·01 : 500 = 0·00002 m., vagyis két század milliméter vastag, de ki lehet vele mutatni még 14 D myopiánál is a valódi látási élességet: ha esetleg megvan, a 35 A-nyit, (Snellen-féle¹ egységnyi V-t.), a mennyiben $dAa = 0·07 A 500 = (A 35)$.

I.

$$V = \frac{d}{D}$$

Optotypi Snellen betűinek acuitás értékei.

$$d' = 6 M.$$

	$d : v =$ $= \alpha d$	$\frac{d}{D}$	$\frac{1}{\alpha}$	Dtg1'	Dtg5'	$\frac{1}{v}$	$\frac{34 \cdot 376}{D}$	$\frac{34 \cdot 376 : \alpha}{34 \cdot 376 V}$	dAa
	D	V	V	vastag- sága	szélessége és magas- sága	α	Aa	(Ar)	dAa
				a próbaobjektumok- nak					
1	60	6 : 60	0·1	17·5 mm.	87·3 mm.	10'	0·57	(3·44)	6A0 57
2	36	6 : 36	0·166	10·5 "	52·4 "	6'	0·95	(5 73)	6A0·95
3	24	6 : 24	0·25	7·0 "	34·9 "	4'	1·43	(8·59)	6A1·43
4	18	6 : 18	0·33	5·2 "	26·2 "	3'	1·91	(11·47)	6A1·91
5	12	6 : 12	0·5	3·5 "	17·5 "	2'	2·86	(17·19)	6A2·86
6	8	6 : 8	0·75	2·3 "	11·6 "	1·33'	4·3	(25·78)	6A4·3
7	6	6 : 6	1·0	1·7 "	8·7 "	1'	5·73	(34·38)	6A5·73

II.

$$V = \frac{d}{D}$$

Csapodi táblája acuitas értékekben.

$$d = 5 M$$

$$d' = 5 M$$

	$d : v =$	$\frac{d}{D}$	$\frac{1}{\alpha}$	Dtg1'	Dtg5'	$\frac{1}{v}$	$\frac{34 \cdot 376}{D}$	$34 \cdot 376 : \alpha$	dAa
	$= \alpha d$			tg1' = 0·0002909	tg5' = 0·0014545			34·376 V	
	D	V	V	vastag- sága	szélessége és magas- sága	α	Aa	(Ar)	
				a próbaobjektumok- nak					dAa
1	70	5 : 70	0·07	20 mm.	10·2 mm.	14'	0·49	(2·46)	5A0·49
2	50	5 : 50	0·1	15 "	73 "	10'	0·69	(3·44)	5A0·69
3	30	5 : 30	0·166	8·8 "	44 "	6'	1·15	(5·73)	5A1·15
4	20	5 : 20	0·25	5·8 "	29·1 "	4'	1·72	(8·59)	5A1·72
5	15	5 : 15	0·33	4·4 "	22 "	3'	2·29	(11·46)	5A2·29
6	10	5 : 10	0·5	2·9 "	15 "	2'	3·44	(17·19)	5A3·44
7	7	5 : 7	0·7	2·0 "	10 "	1·4'	4·91	(24·55)	5A4·91
8	5	5 : 5	1·0	1·5 "	7·3 "	1'	6·88	(34·38)	5A6·88

¹ Technikai okokból lehetetlen volt az acuitas táblát mellékelni, a mennyiben a közlemény érdeklődéssel találkozott volna, a korlátolt számban, egyelőre magán-használatra készült példányokból, a Franklin-Társulat 3 korona beküldése ellenében küld ilyen 7 m-re szerkesztett, analphabéta jeleket feltüntető Acuitás táblát. A teljes sorozat előállítására J. F. Bergmann wiesbadeni kiadó kezei közé van letéve.

III.

$$V = \frac{d}{D}$$

Tizedes látáspróba acuitás értékekben.

$$d' = 5 \text{ M}$$

	$\frac{d}{D}$	$\frac{1}{\alpha}$	$d:v =$ $=\alpha:d$	$\frac{1}{V}$	D. 0.0002909	D. 0.0014545	34.376 : D.	$\frac{34.376 : \alpha}{34.376 : V.}$	Ar
	V	$V = \frac{d}{D}$	D	α	ac	5 ac	Aa	(Ar)	d Aa
1	0.025	5:200	200 M	40'	58.2 mm.	290.9 mm.	0.17	(0.86)	5A 0.17
2	0.05	5:100	100 "	20'	29.1 "	145.5 "	0.34	(1.72)	5A 0.34
3	0.075	5:66.6	66.6 "	13.3'	19.4 "	97 "	0.52	(2.58)	5A 0.52
4	0.1	5:50	50 "	10'	14.5 "	72.7 "	0.69	(3.44)	5A 0.69
5	0.15	5:33.3	33.3 "	6.6'	9.7 "	48.5 "	1.03	(5.16)	5A 1.03
6	0.2	5:25	25 "	5'	7.3 "	36.4 "	1.37	(6.88)	5A 1.37
7	0.25	5:20	20 "	4'	5.8 "	29.1 "	1.72	(8.59)	5A 1.72
8	0.3	5:16.6	16.6 "	3.3'	4.8 "	24.2 "	2.06	(10.31)	5A 2.06
9	0.35	5:14.28	14.28 "	2.86'	4.2 "	20.8 "	2.41	(12.03)	5A 2.41
10	0.4	5:12.5	12.5 "	2.5'	3.6 "	18.2 "	2.75	(13.75)	5A 2.75
11	0.45	5:11.1	11.1 "	2.2'	3.2 "	16.2 "	3.09	(15.47)	5A 3.09
12	0.5	5:10	10.0 "	2.0'	2.9 "	14.5 "	3.44	(17.19)	5A 3.44
13	0.55	5:9.08	9.08 "	1.82'	2.6 "	13.2 "	3.78	(18.91)	5A 3.78
14	0.6	5:8.33	8.33 "	1.6'	2.4 "	12.1 "	4.13	(20.63)	5A 4.13
15	0.65	5:7.7	7.7 "	1.54'	2.2 "	11.2 "	4.47	(22.34)	5A 4.47
16	0.7	5:7.14	7.14 "	1.43'	2.08 "	10.4 "	4.81	(24.06)	5A 4.81
17	0.75	5:6.6	6.66 "	1.3'	1.9 "	9.6 "	5.16	(25.78)	5A 5.16
18	0.8	5:6.25	6.25 "	1.25'	1.8 "	9.1 "	5.5	(27.5)	5A 5.5
19	0.85	5:5.88	5.88 "	1.18'	1.7 "	8.6 "	5.84	(29.22)	5A 5.84
20	0.9	5:5.55	5.55 "	1.11'	1.6 "	8.1 "	6.19	(30.94)	5A 6.19
21	0.95	5:5.26	5.26 "	1.05'	1.54 "	7.7 "	6.53	(32.66)	5A 6.53
22	1.0	5:5.0	5.0 "	1.0'	1.46 "	7.3 "	6.88	(34.38)	5A 6.88
23	1.1	5:4.54	4.54 "	0.908'	1.32 "	6.6 "	7.56	(37.81)	5A 7.56
24	1.2	5:4.17	4.17 "	0.83'	1.22 "	6.1 "	8.25	(41.25)	5A 8.25
25	1.3	5:3.85	3.85 "	0.77'	1.12 "	5.6 "	8.94	(44.69)	5A 8.94
26	1.4	5:3.57	3.57 "	0.714'	1.04 "	5.2 "	9.63	(48.13)	5A 9.63
27	1.5	5:3.3	3.33 "	0.66'	0.96 "	4.8 "	10.31	(51.56)	5A 10.31
28	1.6	5:3.25	3.25 "	0.625'	0.9 "	4.52 "	11.0	(55.0)	5A 11.0
29	1.7	5:2.94	2.94 "	0.59'	0.86 "	4.3 "	11.69	(58.44)	5A 11.69
30	1.8	5:2.77	2.77 "	0.554'	0.8 "	4.02 "	12.38	(61.88)	5A 12.38
31	1.9	5:2.63	2.63 "	0.526'	0.77 "	3.85 "	13.06	(65.31)	5A 13.06
32	2.0	5:2.5	2.5 "	0.5'	0.73 "	3.65 "	13.75	(68.75)	5A 13.75

IV.

*Acuitás-tábla.*pro $d = 7M$.

$\frac{34\cdot376}{D}$	V. $\frac{34\cdot376}{Aa\cdot d}$		mm. 10 : Aa	mm. 50 : Aa	$\frac{34\cdot376}{Aa}$	$\frac{D:d}{34\cdot376}$ Ar	$\frac{34\cdot376}{Aa}$	$\frac{Ar}{34\cdot376}$
Aa	(Ar)	dAa	ac (mm)	5ac (mm)	D	α	$V = \frac{d}{D}$	V
0.25	(1.75)	7A0.25	40.0	200.0	137.504	19.6'	$\frac{7}{137.504}$	0.05
0.5	(3.5)	7A0.5	20.0	100.0	68.75	9.8'	$\frac{7}{68.75}$	0.1
0.75	(5.25)	7A0.75	13.3	66.6	45.83	6.5'	$\frac{7}{45.83}$	0.15
1.0	(7.0)	7A1	10.0	50.0	34.38	4.9'	$\frac{7}{34.38}$	0.2
1.5	(10.5)	7A1.5	6.6	33.3	22.97	3.3'	$\frac{7}{22.97}$	0.3
2.0	(14)	7A2	5.0	25.0	17.19	2.5'	$\frac{7}{17.19}$	0.4
2.5	(17.5)	7A2.5	4.0	20.0	13.75	2.0'	$\frac{7}{13.75}$	0.5
3.0	(21)	7A3	3.3	16.6	11.46	1.6'	$\frac{7}{11.46}$	0.6
3.5	(24.5)	7A3.5	2.9	14.5	9.82	1.4'	$\frac{7}{9.82}$	0.7
4.0	(28)	7A4	2.5	12.5	8.59	1.2'	$\frac{7}{8.59}$	0.8
4.5	(31.5)	7A4.5	2.2	11.1	7.63	1.1'	$\frac{7}{7.63}$	0.9
5.0	(35)	7A5	2.0	10.0	6.87	1.0'	$\frac{7}{6.87}$	1.0
5.7	(40)	7A5.7	1.8	9.0	6.02	0.9'	$\frac{7}{6.02}$	1.16
7.1	(50)	7A7.1	1.4	7.1	5.01	0.7'	$\frac{7}{5.01}$	1.45
8.6	(60)	7A8.6	1.2	6.0	4.18	0.6'	$\frac{7}{4.18}$	1.75
10	(70)	7A10	1.0	5.0	3.58	0.5'	$\frac{7}{3.58}$	2.0

A 7 m. vizsgálási távolságra tervezett acuitás tábla ötvenszeres kicsinyítésben.

	$\frac{34 \cdot 376}{D}$	10 mm.: Aa	50 mm.: Aa	$\frac{34 \cdot 376}{Aa}$	d	Aa d V 34·376	$\frac{D:d}{1: \sqrt{34 \cdot 376 : Ar}}$	$V = \frac{1}{\alpha}$	$\frac{d}{D}$		d	Aa d V 34·376	$\frac{D:d}{1: \sqrt{34 \cdot 376 : Ar}}$	$V = \frac{1}{\alpha}$	$\frac{d}{D}$		d	Aa d V 34·376	$\frac{D:d}{1: \sqrt{34 \cdot 376 : Ar}}$	$V = \frac{1}{\alpha}$	$\frac{d}{D}$
	Aa	ac mm.	5 ac mm.	D cm.	cm.	(Ar)	α	$\frac{d}{D}$	V		cm.	(Ar)	α	$\frac{d}{D}$	V		cm.	(Ar)	α	$\frac{d}{D}$	V
1	12·5	0·8	4 0	275	7	(0·875)	39·2'	7:275	0·025	10·5	(1·3)	29·4'	10·5:275	0·038	14	(1·75)	19·6'	14:275	0·05		
2	25	0·4	2·0	137·5	7	(1·75)	19·6'	7:137·5	0·05	10·5	(2·6)	14·7'	10·5:137·5	0·075	14	(3·5)	9·8'	14:137·5	0·1		
3	37·5	0·26	1·3	97	7	(2·225)	13·3'	7:97	0·075	10·5	(3·9)	9·75'	10·5:97	0·11	14	(5·25)	6·5'	14:97	0·15		
4	50	0·2	1·0	68·75	7	(3·5)	9·8'	7:68·75	0·1	10·5	(5·3)	7·35'	10·5:68·75	0·15	14	(7·0)	4·9'	14:68·7	0·2		
5	75	0·13	0·6	45·8	7	(5·25)	6·6'	7:45·8	0·15	10·5	(7·9)	4·96'	10·5:45·8	0·23	14	(10·5)	3·3'	14:45·8	0·3		
6	100	0·1	0·5	34·38	7	(7·0)	5·0'	7:34·38	0·2	10·5	(10·5)	3·75'	10·5:34·38	0·3	14	(14·0)	2·5'	14:34·35	0·4		
7	125	0·08	0 4	27·5	7	(8·75)	4·0'	7:27·5	0·25	10·5	(13·1)	3·0'	10·5:27·5	0·38	14	(17·5)	2·0'	14:27·5	0·5		
8	150	0·06	0·3	22·9	7	(10·5)	3·3'	7:22·9	0·3	10·5	(15·8)	2·4'	10·5:22·9	0·45	14	(21·0)	1·6'	14:22·9	0·6		
9	175	0·058	0·29	19·64	7	(12·25)	2·8'	7:19·64	0·35	10·5	(18·4)	2·1'	10·5:19·64	0·53	14	(24·5)	1·4'	14:19·6	0·7		
10	200	0·05	0·25	17·19	7	(14·0)	2·4'	7:17·19	0·4	10·5	(21·01)	1·8'	10·5:17·19	0·6	14	(28·0)	1·2'	14:17·19	0·8		
11	225	0·044	0·22	15·5	7	(15·75)	2 2'	7:15·5	0·45	10·5	(23·6)	1·65'	10·5:15·5	0·68	14	(31·5)	1·1'	14:15·5	0·9		
12	250	0·04	0·2	13·75	7	(17·5)	2·0'	7:13·75	0·5	10·5	(26·25)	1·5'	10·5:13·25	0·75	14	(35·0)	1·0'	14:13·75	1·0		
13	285	0·036	0·18	12·06	7	(20·0)	1·8'	7:12·06	0·58	10·5	(30·0)	1·35'	10·5:12·06	0·87	14	(40)	0·9'	14:12·0	1·16		
14	355	0·028	0·14	10·0	7	(25·0)	1·4'	7:10·0	0·725	10·5	(37·5)	1·05'	10·5:10	1·09	14	(50)	0·7'	14:10	1·45		
15	430	0·024	0·12	8·0	7	(30·0)	1·2'	7:8·0	0·875	10·5	(45·0)	0·9'	10·5:8	1·31	14	(60)	0·6'	14:8	1·75		
16	500	0·02	0·1	7·0	7	(35·0)	1·9'	7:7	1·0	10·5	(52·5)	0·75'	10·5:7	1·5	14	(70)	0·5'	14:7	2·0		

A látás élességének megállapítása. Egy vizsgáló- készülék leírása.

A látás élességét a gyakorlatban a következő, nagyon egyszerű módon szokták megvizsgálni:

A vizsgálandó háttal fordul az ablaknak s az ablakkal szemben elhelyezett, megvilágítását onnan nyerő, lapszerűleg elétároló látáspróbákat felülről lefelé olvasni kezdi. Ha több tábla van a falon, (5 és 6 m.-re szerkesztett tábla; analphabeta jelek; gót betűk, számok); a vizsgálandó mindig megkérdezi, melyiket olvassa. Végre felvilágosítjuk őt, hogy olvassa az egyiket. Majd eljut az egyik nagyságig, melynél kisebbet már nem lát meg. Ez látási élességének értéke szabadszemmel. Következik látási élességének lehető javítása, mindenesetre azonban esetleges távollátóságának felderítése. E célból gyenge convex üveget adunk néki s megkérjük, hogy lát-e ezzel ugyanannyit, vagy esetleg tud-e még több sort is olvasni, — egyszerűen fel-szólítjuk az illetőt, hogy lehetőleg olvasson „tovább”. Ugyanez történik akkor is, ha a convex üveg visszautasítása esetében gyenge concav-üveggel akarjuk közel-látóságát javítani. Csakhogy az illetőnek rendszeren eszeágában sincs tovább olvasni, hanem újra elkezdí „a nagy betűket” végig syllabizálni. Mit tehet mást a vizsgáló orvos? A beteg mellől felkel és oda megy az 5—6 m. távolságra levő táblákhoz s ujjával mutatja az olvasandó betűket. Erre különben sokszor azért is szükség van, mert a vizsgálandó egyhangú össze-visszaságban olvas és pedig egy-két, vagy három sor *valamennyi betűjét tévesen*. Hogy lehetne ez esetben tudni, hogy melyik sornál tart? Tehát, hogy az ilyen tévedés és az örökös ismétlődés elkerültessek, már eleve legjobb volt reászámni az időt és a fáradságot s míg a megfelelő üveg elő-került, 5—6-szor megtenni az utat a vizsgálandó ülőhelye és a próbatábla, vagyis az ablak és ajtó között, a mely ide-oda szaladgálás bizonyos borbély-szerű jelleget kölcsönöz a vizsgálónak.

De a próbatáblának lapszerű elhelyezése azért sem célirányos, mert lehetővé teszi, hogy gyakrabban vizsgált egyén a folyton maga előtt látott betűket, sorokat betéve megtanulja s így még a legjobb szándékkal is téves adatot valljon be orvosának. Hát még ha oka volt rá, hogy ne legyen a legjobb szándékkal! A vasúti alkalmazásnak (forgalmi szolgálatra) feltétele az egységnyi látási élesség:¹ vagyis az utolsó sor olvasása; míg a „jelölt” a vizsgálásra várakozott, betanulta az utolsó két sort s alkalmasnak talál-tatott. De a színlelés másik alakját is megkönnyíti a lapszerű elhelyezés: az illető csekély józan észszel felfogja, hogy a jól látó egyénnek az utolsó sort el kell olvasnia, sőt erről meg is győződik egy pillantás alatt saját szemeivel, hogy hiszen ő is látja azt. Ha azonban ezt bevallja, baj lesz, mert

¹ Daczára az itt közölt praemissáknak, az acuitásrendszer kidolgozásának és közlésének, a későbbiekben mégis a Snellen-féle V-ről fogok beszélni, először, mert könnyebb érthetőségre törekszem, de másodszor azért, mert a közlemény-sorozat különböző részeinek kidolgozása még abba az időbe esett, mikor A táblám még egy-általában rajzolva sem volt.

„tauglich“-nak találhatik, vagy nem kap kártérítést. Tehát a lapszerű próbatáblán olvas néhány sort, rendesen a tábla közepéig s tovább azután semmi módon sem akar haladni.

Nem szándékom itt a gyengélátóságot szinlelők lelepszését tárgyalni s csak utalok az ezzel foglalkozó értekezéseimre (Budapesti Orvosi Ujság. 1903. aug.). Hangsúlyozom azonban, hogy az eddig általánosan szokásos *lapszerű elrendezésnek* az is hátrányával irható, hogy bármelyik irányban, de kiszolgáltatva a vizsgáló orvost a vizsgálandó kényének.

A lapszerű elrendezés legnagyobb hibája azonban a *megvilágításnak állandótlansága*, változandósága volt. Ha *Snellen* „jó nappali világítást“ követelt, mit értett ez alatt? A nap különböző szakában mennyire változik a megvilágítás, ismeretes. Tudnivaló az is, hogy az év különböző hónapjában mily nagy különbség van ugyanazon órában és ugyanazon teremben a megvilágítást illetőleg.

Deczember végén d. e. 10 órakor bizony sokkal sötétebb van, mint július közepén ugyancsak d. e. 10 órakor, ugyanabban a helyiségben (nyilvános rendelő-teremben pl.).

Nézzük már most, milyen módon lehetett ezeken a megbizhatatlan és kényelmetlen részleteken segíteni. Nagyjából azt mondhatjuk, hogy az eddigi kísérletek sem egyöntetűek nem voltak, sem pedig sok eredménnyel nem jártak, miért is a különböző vizsgálók által nyert látásélesség-értéket csak óvatosan lehetett egymással *összehasonlítani*.

Itt első sorban egyszerű módszerekről akarok megemlékezni. Ezek közé tartozik *Pflüger* eljárása, a ki — mint már említettem, sík tükröt alkalmaz; a megvilágított próbatáblának a tükröben keletkező képét olvassa a vizsgálandó; a próbatábla kívánt betűjét az orvos ujjával, vagy kis pálcájával mutathatja az illetőnek. Az eljárás kétségtelenül egyszerű és hasznos is, megkíméli az orvost az ide-oda szaladgálástól, megmarad azonban a *lapszerű elhelyezés és a megvilágítás nyitott kérdése*.

A *megvilágítás bizonytalan marad* s az esetlegességtől folytonosan függ a *Cohn-féle úgynevezett transparens* táblák használatánál is. Ezeknek meg van az az előnyük, hogy sötét utczában lakó szemorvos felragaszthatja a vizsgálószoba ablakára és a vizsgálandót sík tükröben féltávolságra olvastathatja. De a tükrö — levonva az eltérített fényt — reflectálja az ablak összes világosságát is, hiszen az ablakkal szemközt kell a látáspróbának elhelyezve lennie: ez a nagy fény vakítólag, de minden esetben zavarólag hat. De zavaró hatású az ablak világossága akkor is, ha nem sík tükröben történik az olvastatás, hanem a szoba végéről, az ablakra ragasztott táblától 5–6 m. távolságból. Ugyancsak nincsen segítve a lapszerű elrendezéssel együtt járó alkalmatlanságokon sem.

A *Cohn-féle* táblák különben csak az élesebben látó ($V=0.5-1$) szemek vizsgálására vannak berendezve.

Sokfelé alkalmazzák a *mesterséges*, tehát a meglehetősen állandó, de *ellenőrizetlen megvilágítást*. Ennek elégséges voltát a vizsgáló kipróbálja a saját szemeivel, a melyek azonban photometrálna sohasem lettek s a melyeknek illetén megbizhatósága nagyon kérdéses.

Valóban naiv kitételeket lehet e tekintetben olvasni. *Snellen* maga jó megvilágításról beszél; *Landolt* állandó és meglehetősen éles megvilágítást említ. Le is írja, hogy egy középnagy Auer-lángot helyezzünk el körülbelül 0.5 m. távolságban a látáspróbáink elé és annak fényét újezüst parabolas fényverővel vessük a próbatáblára. Látni való, hogy a megvilágítás ez

esetben *elégséges* lehet, de lehet *túlságos is*: igaz, hogy egy szerzőnél ez a berendezés nem változik s e miatt ő adatait összehasonlíthatja egyikét a másikával; megtehetjük-e azonban más-más szerzőnek, különböző berendezés mellett nyert adataival, hogy egymással összehasonlítva, következtetést vonjunk belőlük?

A gyakorlatban én például ezelőtt úgy segitettem téli délutánokon magamon, hogy a szobámban levő, középtűt lelógó karos csillár egyik ágába egy, állítólag 50 gyertyafényű, izzótestet iktattam s ezt gyújtottam fel. Ez által szobámban igen fényes megvilágítást kaptam, úgy hogy látási élességem elérte azt a mennyiséget, melyet „jó nappali megvilágításnál” mutatott. Később rájöttem, hogy 3 darab 10 gyertyás körte mellett ugyanannyit látok, sőt, hogy egy 25 gyertyás test is elégséges.

Láttam berendezéseket, a hol a próbatáblákat több, közelben elhelyezett, fényverővel ellátott villanytest világítja meg; ezek a fényt egyenletesen osztják el. Valószínűnek tartom azonban, hogy ez a berendezés *túlságos sok fénnyel* dolgozik: hogy a látási élesség értéke több lesz, mint a mennyi az *egységhez* szükséges, mérsékelt, de elégséges és egyenletes megvilágításnál volna. Ismét másutt, csak ernyő van a fényforrás elé téve, mely célra esetleg egy régi kártyapapírlap is felhasználható: ez szolgál arra, hogy a fény a próbatáblát érje, de a vizsgáló és vizsgálandó szemeit ne zavarja.

Részen, hogy a látásélesség megvizsgálását az orvosra nézve *kényelmesebbé* tegyék, részben, hogy annak *megbízhatóságát* emeljék, sőt hogy mesterséges megvilágítással a vizsgálat *pontosabbá* tegyék, többféle eszköz alkalmazását ajánlották.

Igy 1891-ben Becker dr. düsseldorfi szemorvos a „Centralblatt für Augenheilkunde” juniusi füzetében a 171. oldalon egy eszközt ír le, mely 20 cm. széles, ugyanolyan magas és 8 cm. mély faszekrényből áll. Ennek elülső felülete sector-alakban kis ablakot hágy szabadon, melynek felső vagy alsó részét mozgatható tolóka takarja el. E mögött a tolóka mögött van egy falemez, melyen két, egymással párhuzamos körben 16—16 vizsgáló jel van felragasztva. A jeleknek pontos beilleszkedését kis rugó biztosítja. Ezt a korongot hosszú zsinór segítségével, mely a korong peremén levő mélyedésben szalad, az orvos ülőhelyéről igazgathatja akképen, hogy a kivágásba 32 különböző alakú és nagyságú jelet állíthat be a nélkül, hogy a vizsgálandó akár a jelek egymásutánját megjegyezhetné, akár előre tudná, hogy milyen jel lesz beállítva.

A kivágás felső része 3.5 cm. széles és magas, mi miatt is csak $D = 24$ m.-től lefelé terjedő betűk vagy jelek alkalmazhatók a készülékbe. Becker maga csak négy nagyságot ajánl s állítólag ő maga is csak $D = 18$, $D = 12$, $D = 9$ és $D = 6$ nagyságban használja a jeleket. Épen a jeleknek ez a *korlátolt száma*, valamint az a körülmény, hogy a megvilágítás kérdését épen semmivel sem viszi előre, lehet oka annak, hogy a Becker készüléke nem igen fészkelte bele magát a gyakorlatba.

Hasonlóképen csak a vizsgálás kényelmét segíti elő a *Carl-féle készülék*, mely alapeszméjét a Becker-étől kölcsönözte (1892. Archiv für Augenheilkunde. XXIV. évfolyam. 41. oldal). Segít a Becker-féle készüléknek azon a hiányán, hogy csak $\frac{6}{24}$ -től $\frac{6}{6}$ -ig terjedő 4 látási élességet lehet vele meghatározni, a mennyiben 0.1-től 1.0 tiz értékben tizedes rendszerbe foglalva állapítható meg vele a vizsgálandó szem látási élessége. A betűk, illetőleg

a jelek is meg vannak szaporítva, a mennyiben 0.3—1.0-ig terjedő értékek 10—10 jel olvastatásával állapíthatók meg.

Ezek a jelek egyébként szintén korongra vannak erősítve; ez a korong mozgatható, de felette van egy mozdulatlan borító korong, melynek alsó és felső részén két, körülbelül $\vee \wedge$ -alakú kivágás látható. Ezekben a kivágásokban jelennek meg a fent említett jelek és pedig a szerint, a mint az orvos azt ülőhelyéről kis inductiós készülék segélyével dirigálja. Az inductiós áram Wagner-féle kalapács segélyével indul meg, mikor is delejessé lesz a mágnes, mely előre mozgatja a koronggal összefüggő fogaskereket.

A hajtókészülék tehát valamennyire *szövevényes szerkezetűnek* mondható, melynek elomlása a készítő gépésznek beavatkozását teszi okvetlen szükségessé. Ára 100 márka — és mint kérdezősködésemre válaszul nyertem — bár nem az eredeti (*Blänsdorf's Nachfolger*) czégtől — már nem is készítik. Vagyis a közlemény megjelenésekor készítették néhány példányt s a mint azok elkeltek, többet nem hoztak forgalomba. Jelenleg csak tömeges megrendelést volna lehetséges kivinni, vagy a megrendelt egyes példány sokkal többbe kerülne. A korongon található 82 betű aránylag elég gazdag sorozatot képvisel; meg kell azonban említeni, hogy gót betűs, számjeles, analphabetajeles korong nincsen, az eredeti korongon csak latin betűk vannak. Ugyancsak felemlítem azt is, hogy a *Carl*-féle készülék a megvilágítással épen nem foglalkozik, sőt valószínűnek mondható, bár magam a készüléket nem ismerem, hogy a fent leírt kivágásokban a fém-perem bizonyos fokig *beárnyékolja* a betűket, úgy hogy azok — egyenlő megvilágítást és viszonyokat tételezve fel — kevesebb megvilágítást kapnak, mint a lapszerinti elrendezésben álló vizsgáló jelek a *Snellen*-, *Pflüger*-, *de Wecker*-, *Csapodi*-stb. féle táblákon.

Az *elégtelen* (mangelhafte) megvilágításon akart *A. Roth* törzsorvos Potsdamban „Sehproben - Beleuchtungs - Apparat“-jával segíteni. Készüléke, melyet *Zehender Klinische Wochenschrift*-jének XXXV. kötetében (1897.) a 281. oldalon ír le és a mely jelenleg is szerepel *Sydow* berlini optikus czég árjegyzékében, sőt a *Pflüger*-féle tükröberendezéssel kombinálva a *Fritsch*-féle catalogus is hirdeti, egy lapos, elől nyitott szekrényből áll, melynek keskeny falai tükrökkel vannak bevonva, míg a látáspróbák lapszerű elrendezésben a „szekrény“ fenekén nyertek elhelyezést. Ezeket a látáspróbákat egy „közönséges körégös petróleumlámpa világítja meg“, melyet fémernyő takar el a vizsgálandó szemek elől. Az említett tükrök derékszögben állanak egymásra; az oldalsó tükrök annyi fényt vernek vissza, hogy a velük érintkező részét a próbalapnak majdnem teljesen megvilágítják — a felső tükrök a lap felső részére — az alsó pedig annak alsó részére vet *elegendő* világosságot. A lámpa lángja valamennyire a középrészénél alább van elhelyezve, mert fénye könnyebben jut el a lap felső részéhez, mint az alsó részéhez. A lánghoz közel eső rész tehát kétféle megvilágítást kap: direct a láng és indirect a tükrök világítják meg; a széli részek megvilágítását részben a láng, részben az oldalsó és a felső (illetőleg az alsó) tükrök szolgáltadják. A szögletekben még egyik tükrökből a másikba vert és onnan a lapra kerülő fény is járul a megvilágításhoz.

Állítólag a próbalapok erős és egyenletes megvilágítást nyernek.

Ha az ember a lapok közepén (jobbról és balról) levő megvilágítást 1-nek veszi, akkor a két középvonalon felül 0.97, középtűt 1.14, alul 0.85, ellenben a két széli részen felül 0.84, középtűt 0.85, alul 0.68 a megvilágítás. A lapok közepén 175 metergyertya a fény erőssége.

Bár *Roth* hangsúlyozza, hogy ez a megvilágítás nem vakító — mégis 175 M. gyertyamegvilágítást rendkívül élesnek kell tartanom. Igaza van, hogy az egyenletességben 0'97—1'00 és 085 — legalább is 175 M. gyertyamegvilágítás körül — nem zavaró hatású, — de hogy 0'68 és 1'14 ne volna észrevehető, azt kétségbe kell vonnom. Az egyik 119 M. gy. a másik 199'5 M. gy. megvilágítást jelent. Alább bővebben fogok foglalkozni azokkal az adatokkal, melyek egyrészt világosan kimutatják, hogy egy vizsgáló lap két része között lehetetlen 80 M. gyertyamegvilágítási különbséget megtűr-nünk, de azt is be fogom bizonyíthatni, hogy 175 M. gy. megvilágítás a köz-napi, rendes látásélességvizsgálásra túlságos. Milyen zavaros adatokat fog ilyen vizsgálat szolgáltatni a farkassötétben szenvedők látásélességéről — kik éles megvilágítás mellett magas értékű látásélességet árulnak el — kisebb megvilágítás mellett pedig látásélességük aránytalanul csökken. Viszont ilyen nagy fényben való vizsgálat nem fog megbízható adatot nyújtani a szürke-hályogosok látási élességéről, a kik nagy fényben szűk pupilla mellett, a már elszürkült, átlátszatlan lencsemagon keresztül aránylag ilgen keveset látnak. A Fritsch-féle catalogusban a Roth-féle készülék villamra van berendezve, hogy itt a fenti M. gy. számítás mikép módosul, arról fogalmam sincsen, — de valószínű, hogy senki másnak sincsen.

Egyébként a *Roth*-féle megvilágító készülékben a *Schweiger*-féle látás-próbák *lap szerint* vannak elhelyezve — úgy, hogy színlelők, aggraválók épen oly nyugodt támasztópontokra lelnek, mint a *Snellen-féle fali próbáknál*.

Azok közül a készülékek közül, melyek a megvizsgálást könnyebbé és pontosabbá akarják tenni, sorrendben utolsó *Uzuhiko Mayeda* (Nageye, Japán) „Visimeter“-je. A készülék *Becker*-nek a fal hosszában futó zsinórrendszerén épül fel, csak hogy már nem korongon helyezi el a próbajeleket, de henge-rekre feltekerődő papírlemezen vannak azok megadva. A hengerek kis szekrénykében vannak elrejtve; a szekrény mellső lapja 11 cm² területén ablak van metszve s ebben jelennek meg a próbajelek. A jelek nagyságra nézve a látási élesség term. tört értékeinek felelnek meg 0'1—05-ig 9 értékben; — képviselve

van még $\frac{5}{7\cdot5}$; az egység, azután az $\frac{5}{4}$ és az $\frac{5}{3}$ ad érték. A sorozat *első fele nagyon gazdag — a második azonban aránytalanul szegény*. A jelek felirata Nr.-okban van adva. Pl. Nr. 45 — megfelel $V = \frac{5}{45}$ nek, $\sphericalangle \alpha = 9'$;

a látás élessége az egység kilenczedrésze. Az újításnak semmi értéke nincs; — a tapasztalati úton bevezetett *Jaeger*-féle scálára emlékeztet. *Uzuhiko Mayeda* visimeterje sem fektet semmi súlyt a *megvilágításra*; egyedüli érdeme a *tekercsrendszer*. Ez azonban, ha azt akarja elérni, hogy egyszerre csak egy nagyságban jelenjenek meg a jelek, kell hogy igen hosszú legyen, mint az csakugyan az ő készülékében fel is lelhető, t. i. 5 m. hosszú a tekercs. Így azután a Nr. 3 jelzést viselő alak épen olyan nagy szabad területet követel, mint a kb. húszszor olyan magas és széles Nr. 50-nel jelzett alak (területük azonban 19:5289'2, vagyis 1:289-hez arányos).

Ezeknek a készülékeknek az ismertetése után rátérek most már az én készülékemnek leírására, melyet, mivel a látás szervének egyetemleges megvizsgálására szolgál — Universal-Examinator-nak neveztem. Ez áll a

vizsgáló szekrényéből magából, valamint az állványból, melyen a szekrényke helyet foglal s a melyről az leemelhető.¹

A szekrény 42 cm. magas, ugyanolyan széles és 14 cm. mély. Benne vannak elhelyezve a szalaghengerek, melyekre a próbabetűket tartalmazó papirtekercs csavarható fel. A hengereket egy, a szekrény baloldalán elhelyezett forgató mozgatja; a két hengert szíj-áttétel fűzi össze úgy, hogy a papirtekercs egyik hengerről a másikra csavarodik. Ugyanilyen felcsavarodás történik a fordított irányban is és pedig egy, csavarmenetben alkalmazott, váltóperczek segélyével, mely az alsó hengert a kívánt irányban hozza mozgásba; a mozgás áttevődik a felsőhengerre és a papirtekercsen levő betűkből vagy a nagyobbakról térünk át a kisebbekre, vagy tetszés szerint a kisebbekről a nagyobbakra.

A szekrény belsejében van még közvetlenül a papirtekercs mögött két lemez csontüveg (*Beinweiss*); szélességük 39 cm., magasságuk 20 cm., vastagságuk 1.8 mm. Ezekről alább úgyis lesz szó bővebben a megvilágítás tárgyalásánál.

A hengerek könnyűséggel emelhetők ki, miáltal a készülék tisztítása, a papirtekercs esetleges kicserélése van. lehetőségessé téve. A szekrény belső felületén a jobb oldallapon alul és felül két legömbölyített csap nyúlik előre; mellettük fémlamezből készült fékező rugó van elhelyezve, melynek végén surlódó fáska van megerősítve. Az említett csapok pontosan illeszkednek a hengerfuratba, a lemezrugók a csapokba illesztett hengereket átszorítják a túlsó bal oldalra, a hol a henger másik vége részint egy csapnyúlvánnyal, részint pedig a henger végén elhelyezett, az ágyon levő kis furatba beleillő perczek segélyével rögzítetik.

Az elülső felszínen 30 cm. széles és 20 cm. magas kivágás látható, melyet belső fogaskeréken járó, egyidejűleg felülről le és alulról fel mozgatható, vagyis összetolható és szétnyitható két ajtócska zár el. A fogaskerék hajtása hasonlóképen a bal oldalról történik a hengereket forgató készülék felett elhelyezett forgatható gomb segélyével. A vizsgálati felületet így szükség szerint kisebbítheti vagy nagyobbíthatja a vizsgáló orvos, a mint azt a látótérben megjelenő betűk nagysága megköveteli.

A kivágás előtt alul és felül egy-egy 40 cm. hosszú lécz fut végig, mely 8 cm.-nyire áll előre. Belső felszínébe 12 barázda van vésve, illetőleg félig vezetett fémléczekkel bélévelve, melyek színes vagy szürke üveglemezek felvételét segítik elő.

A szekrény hátsó lapja egészében eltávolítható, ha a kétoldalt elhelyezett fémkapcsot felnyitjuk. Ez a hátsó lap egy 29 cm. magas és 20 cm. széles billenő ajtóval van ellátva, mely ajtó két kétesuklós pánton nyitható, olyképen, hogy az első csuklós pánton kb. 7 cm. magasságban (a nyílás aljától számítva), vízszintes helyzetben rögzíthető. Megerősítés céljából közvetlenül az ajtó széle mellett két falécz ugrik a belső felszínen előre, melyekre két ütköző csavar és kapocs van szerelve. A billenő ajtó ezeken a pontokon olyképen erősíthető meg, hogy a végén levő fecskefark kinézésű fémlapocska az ütköző csavaroknak támaszkodik. Ez által, valamint az ugyanott alkalmazott fülek által az ajtó vízszintes helyzete elég szilárdan van biztosítva.

A billenő ajtón két vezető lécz fut egymástól 7.2 cm.-nyi távolságban végig, melyek között a fényforrásul szolgáló villanylámpa szánkája ide- s

¹ Legnagyobb sajnálatomra technikai okokból rajzát nem mellékelhetem. Kőnyomaton sokszorosított példánnyal az érdeklődőknek szívesen szolgálok.

oda tolható. A szánska a léczeknek megfelelő kimetszéssel bir és a középén egy felnyitható ajtócskával van ellátva. Ezen az ajtócskán van a lámpafoglalat és a két vezeték kapcsolója. Az ajtó felnyitásával a kis lámpa szénszálsai párányosak a csukott ajtónak hossztengeyével és így a csukott szekrényben elegendő helye van az egész fényforrásnak. Ha a szekrény ajtaját felnyitjuk és a két kétesuklós pánton vizsines helyzetben megerősítjük, akkor a lámpácskát le kell hajlitanunk, hogy a szénszálsak az ajtó hossztengeyére függélyes helyzetet foglaljanak el, vagyis, hogy azok a papirtekercs síkjába kerüljenek. A kis lámpát e két helyzetében oldalt elhelyezett fémskapocs rögzíti, mely ráhajlítható, vagy alátolható, mikor is a lámpácskát álló helyzetében megtámasztja. A szánskát alul fémrugó szorítja a vezető léczekhez, miáltal a surlódás annyira növeltetik, hogy az adott helyzetben biztosan megáll. Oldalt az egyik léczén centiméter-léptékes mutató jelzi a fényforrás távolságát a papirtekercstől.

Alább még két módosítást írom le a hátsó résznek, melyek közül az utolsó (III.) sok olyan hiányon segít, melyek az első kettőnél nagyon szembeötlőek. Ez az első azonban, melyet fent vázoltam, megfelel azoknak a követelményeknek, melyeket a gyakorkló szemorvos az examinátor irányában támaszthat.

Bőséges változtatását teszi lehetővé a látáspróbaáknak. Még a 6 m. vizsgálsási távolságra rajzolt látáspróbaá (Snellen szerint) mellett is eífer a legnagyobb kivágásba a $D = 120$ ($V = \frac{6}{120} = 0.05$) meterre rajzolt betű.

Innentől kezdve pedig a próbaájelek sorozata 23 sorban 0.05, 0.075, 0.1 — 0.15, 0.2 — 0.3 — — — 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, — 1.9, 2.0 értékekben, van képviseelve — de meg lehet az értékeket még 8-al szaporítani, mikor 0.25-től 0.95-ig a féltizedes értékek is beleilleszthetők. Ilyen gazdag és pontos sorozatot a lapszerű elhelyezés meg nem enged: 31 sor, melyen azért gyorsan végig lehet menni; — a forgatással egyszerre több soron haladunk át s jobb kezünkkel hajtjuk a forgatót, bal mutatóujjunkat pedig az első betű felé nyújtjuk ki. Ha a vizsgálandó ezt az első betűt helyesen mondja, nincs okunk tovább olvasatni, — a forgatóval kisebb betűkre, magasabb V-értékekre térünk át.¹

De áttérhetünk az egymást követő vizsgálandóáknál azonnal a forgató segítségével a latin betűs tekercsről pl. az analphabetááknak szánt jeleket tartalmazó tekercsre, vagy a gót betűket tartalmazó tekercsre, melyek egymás végébe illesztve, a hengereken szépen eífernek. Az ajtócska összébb csukása segélyével egyszerre csak egy sor jelenik meg a látótérben. Az orvos ujjával rámutathat arra a betűre, melyet a vizsgálandónak olvasnia kell a féltávolságra elhelyezett sík tükörben. Az állványban levő fiókok egyikébe a szemüvegszekrény egészében eífer: úgy hogy a szükséges javító üveget szintén minden legkisebb fáradság nélkül alkalmazhatja az orvos.

A készülék mellső lapja előtt futó lécz barázdáiba színes üveglapok illeszthetők. Így a készülék valódi *semaphor* képét mutatja, melynek vasúti alkalmazottak vizsgálsásánál különös fontosságot kell tulajdonítanunk. Nevezetteknek nem fonálpróbaát kellene kiállaniok, hiszen fonalakkal soha sem volt és nem is lesz dolguk: nekik a jelző készüléket kell színére nézve felismerniök; tehát a jelző készülékhez mindenben hasonló szerkezetű vizsgálsó

¹ Jelenleg már acuitás rendszerben kidolgozott tekercseket használók.

eszközt kell velük szemben alkalmaznunk. A színes üveglemez (mondjuk pl. bíbor-vörös lemez) elé pléhlemezt készíttettem, melynek körülbelül közepén 2 cm. átmérőjű, kör alakú kivágás van hagyva. E felett a kivágás felett egy másik korong akkép forgatható, hogy 12 nagyságban 1 mm. átmérőtől 1,5 cm.-ig változó nyílás kerül a lemezen levő nagy kimetszés elé: így a különböző színekre nézve a mennyileges színérzés pontosabb vizsgálatnak vethető alá, mint akár a *Wolffberg*-féle színérzés-vizsgálóval is történhet.¹ (Diagnostisches Farbenapparat.)

Ezeknek a széles üveglemezeknek az alkalmazása lehetővé teszi, hogy szintén a gyakorlati élet szempontjából megismételtessenek azok a vizsgálatok, melyeket *Unthoff* és *A. König* végeztek *Helmholtz* laboratóriumában (lásd alább) s a melyek a színképelemzőből vett „tisztá”, bizonyos sugarú színekben állapították meg a látási élességet. Hangsúlyozom, hogy a gyakorlati élet szempontjából gondolom e vizsgálatokat megismétlendőknek; a kísérleti anyag gazdagítását sok eset megvizsgálásával tartom szükségesnek, mert éppen nevezett szerzők adatait maga *Helmholtz* azzal a megjegyzéssel kíséri, hogy azok eredményéről egyelőre nem nyilatkozik, mert a tárgy annyira „újzerű” és az adatok oly kevés személyre vonatkoznak, hogy azokból végérvényes következtetést vonni nem lehet.

De alkalmas az Universal-Examinator arra is, hogy két részből, kiegészítő színekből összeragasztott, illetve összeillesztett üveglemez segítségével a színlelőt leleplezzük. Erre a célra egy fémkeretbe vörös és zöld (ez utóbbit kettősen) üveglemezt foglaltattam össze. Ez a kettős lemez betolható az Universal-Examinator mellső részén elhelyezett léczek barázdáiba. Mögötte a látáspróbák soraiból pl. a jobboldali betűk zöld, a bal oldali betűk vörös színben tűnnek fel. Ha az illetőnek, kinél színlelésre gyanunk van, s a ki pl. a bal szemét jól látónak, a jobb szemét (katonai sorozásnál) tompalátónak tünteti fel, a bal szeme elé zöld üveget helyezünk, akkor a vörös üveglemez által fedett betűkből semmit sem lát ezzel a jól látó bal szemével: a zöld színű lemez által eltakart betűket aránylag jól látja. Ha mégis végig olvassa azt a sort, melyet szabad szemmel olvasott a kettős színes üveglemez mögött, úgy a vörös felét a látótérnek csak a tompalátónak színlelt jobb szemével láthatta, mely módszer egyszersmind a tompalátónak színlelt szem valódi látási élességét is felfedi előttünk, a mellett, hogy a színlelőt teljesen leleplezi.

Ugyanez a sors éri a színlelőt akkor is, ha pl. zöld színű üveglemezt tolunk a lécz barázdáiba s az állítólag jó szeme elé vörös üveget adunk. Ha $V = 1$, zöld színen át 0,9, akkor a vörös üveggel ez a szem alig különbözteti meg a 0,1 V-nek megfelelő betűt. (Csak ennyire csökkenti a megvilágítást a forgalomban levő vörös és zöld üveg összetéve, teljesen el kellene azonban nyelniök a fényt.) Ha tehát az illető 0,2, 0,3 vagy még több látóélességet árul el, ez csak a jobb szemhez tartozhat, melyet pedig sokkal tompábblátónak színlelt az előzetes vizsgálatnál.

¹ Itt csak röviden utalok arra, hogy pontos színvizsgáló készüléket terveztem ezen az alapon. A készüléken két szinkorong van elhelyezve, melyek közül az egyiket az orvos állítja be valamely színre, míg a másikat a vizsgálandónak kell ugyanabban a színben beigazítani. A megnevezésre semmi szükség nincsen; rápillantva a két színre, látjuk, hogy szintévesztő-e, színvak-e vagy helyes színérzésű-e az illető. A különböző diaphragmákat e készüléken is megtartandóknak vélem a mennyileges vizsgálatához. Ha a *Holmgren* három kezdő színét és 13 főszínét üvegben — villanyra — be lehetne állítani, a készülék óriási szolgáltatásokat tehetne.

De megnehezíti a színlelő feladatát az a körülmény is, hogy a *betűk egész sorozatát nem látja maga előtt* lapszerű elrendezésben. Így elveszíti tájékozódását; nem tudja magát mihez tartani; nem tudja az illető, hogy melyik az „utolsó” sor, a mi a teljes látási élességnek felel meg, — tehát nem tud tájékozódni arra nézve, hogy mennyit valljon be. Ugyanilyen sorsra kerül az olyan színlelő is, ki jobb látási élességet szeretne feltüntetni, mint a milyen van néki (vasúti alkalmaztatáshoz). A hengerekre felesavart tekercs megfelelő sorát se be nem tanulhatja előre, sem pedig nem látja maga előtt, mint *utolsó* sort, míg a vizsgálat reá kerül.

Az Universal-Examinator állványának felső lapja egy tengelyszegen az alapzat felett elfordítható: ennek következtében a papirtekercset megvilágító fényforrás a vizsgálandó felé fordítható: *oldalagos megvizsgálásra és szentükrözéshez* is felhasználható.

Látnivaló tehát, hogy az általam szerkesztett Universal-Examinator megkönnyíti, pontosabbá és megbízhatóbbá, valamint egyöntetűvé, tehát összehasonlíthatóvá teszi a látás élességének megvizsgálását, illetve a vizsgálat eredményeit. Összegezve a fent mondottakat, azért hiszem, hogy az Universal-Examinator, egyéb hasonló célú készülékek felett előnyben van, mert:

1. a vizsgáló orvost abba a kényelmes helyzetbe hozza, hogy sokkal gazdagabb a vizsgáló jelek sorozata, a mi felett rendelkezik, mint bármely hasonló berendezésnél, valamint, hogy kezével vagy kis botjával mutathat arra a betűre és sorra, melyet a vizsgálandónak olvasnia kell;

2. a vizsgálandó előtt egyszerre csak egy sor jelenik meg, miáltal eleje van véve annak, hogy a vizsgálandó zavarba jöjjön; — olyant olvasson, mire az orvosnak az eredmény megállapításához már nincsen szüksége;

3. a vizsgálandó nem látja az utolsó sort, mint a *Snellen* tábláin, vagy a *Roth* készülékében s így nem tanulhatja azt be előre, — sem pedig nem hagyhatja abba a még látott sorok elolvasását színlelő szándékkal;

4. mert a javító üvegek az Examinator állványában levő fiókból azonnal kikereshetők s így a távolpont megállapítása subjectív úton rögtön fogatosítható;

5. mert a készülék segítségével kis szobában is végezhetünk 6—7 m. vizsgálati távolságban látásvizsgálást — sík tükör segítségével;

6. mert forgatható (zongora) székre ültetve a vizsgálandót, annak feje, tehát szemei is mindig egy magasságba kerülnek azzal a sorral, a melyet látnia kell (ez a különbség 6 m. vizsgálati távolságánál 80 cm. hosszú látáspróbánál, melynek középső sora van a vizsgálandó szemeivel egy irányban már 13 mm.);

$$\begin{array}{ccc} (600^2 + 40^2 = 361,600; & \sqrt{361,600} = 601.3) \\ \text{cm.} & & \text{cm.} \end{array}$$

7. mert az állandóan egy megállapított ponton tartott fényforrás mellett a *megvilágítás állandó*, — míg a nappali megvilágítás az év- és napszaka szerint különböző (lásd alább);

8. mert lehetővé teszi a *különböző, de megállapított értékű megvilágítás melletti* megvizsgálását a látás élességének és ezzel a látás élessége és a mindenkori megvilágítás közötti viszony megállapítását;

9. a készülékben a vizsgálatra szolgáló jelek felületi fényessége a leg-egyszerűbben photometrállható, — megfelelően Bunsen-féle fénymérővel, pontosan a Lummer Brodhun-féle készülékkel s teljesen megbízhatóan a Glan-

féle spectrophotometerrel. Így megállapítható a 20—30 cm.-nyi kivágás teljesen egyenletes megvilágítása is, a hol mint legnagyobb eltérés, 12% jegyeztetett fel. Itt kell megemlíteni, hogy a tompító lemezeknek a fényforrástól való távolsága akképen van szabályozva, hogy az < 20 cm.-nél, — miáltal az egyszer megállapított elnyelési tényező változatlan marad, — valamint hogy a hengerek és a villamos lámpák kiemelhetők és szükség szerint kicserélhetők;

10. mert lehetővé teszi, hogy a látás élessége a tekercsen levő betűk, jelek segélyével színes alapon fekete jelekkel állapíttassék meg. Így vörös, zöld, sárga, kék üveglemez betolásával fekete betűk ilyen színes alapon jelennek meg. De kimetszett jeleknek különböző színre festett bádoglemezre való alkalmazásával lehetséges a látás élességét különböző színű alapon különböző színű fényjelekkel megvizsgálni;

11. mert a színérzés vizsgálatát objectiv alakban úgy *qualitative*, mint *quantitative* megkönnyíti;

12. mert a színlelés leleplezését a kiegészítő színek segélyül vételével elősegíti;

13. mert a három tekercs, illetve a számjegyes tekercsessel együtt a négy tekercs együttes használatával a készülék mindenkinek megvizsgálására alkalmas (latin, gót betűk, analphabeta és számjegyek);

14. mert a szemtükre és az oldalagos világításnál való vizsgálat ugyanazon a helyen végezhető vele, mint a hol az orvos és a vizsgálandó van;

15. a hátsó rész kikapcsolásával a készülék nappali fény mellett használható;

16. a készülék lezárható s így a tekercs nem porosodik, piszkolódik.

A fentirt czélt szolgáló Universal-Examinatorom, a melynek részletes leírását ugyancsak fentebb adtam, használatba vétele után röviddel több módosítást is szenvedett. Ezek a módosítások a készülék hátsó részére vonatkoznak és pedig mindakettő a megvilágítás egyenletessége és a finomabb élettani vizsgálatokra való alkalmassá tétele czéljából vált szükségessé.

Az első módosítás arra vonatkozik, hogy a hátsó részen elhelyezett ajtó szélesebbé, az ajtó lehajtható része, melyen a fényforrás ide-oda tolható, sokkal hosszabbá tétetett. Ezt azért említem el, hogy a hátsó kivágás, mely eredetileg 20 cm. széles volt, két oldalrészén 6—6 cm.-nyivel még nagyobbitatott. Ez a két kivágott rész sarki hossz tengelye körül ki és becsukható, csukott állapotban az előbbi billenő ajtóval rögzítették, mely ebben az alakban egyszerű pánton jár és felül kétoldalt két kis fémlamezzel van ellátva, mely az oldalajtókat csukva rögzíti. Az ajtót toló zár erősíti csukott állapotban a hátsó részhez. A középső széles ajtó belső részén kettős lemezzel bir, mely felnyitás után széthajtható; ezen fut végig most már 40 cm. hosszúságban a fényforrás vezetésére szolgáló barázda, a melyen a megvilágítandó tekercsfelülettől összesen 49 cm. távolságra tolható el a fényforrás. Legnagyobb változást szenvedett maga ez a fényforrás, a mennyiben a megvilágítás egyenletessé tétele czéljából egymástól 8—8 cm. távolságra elhelyezett három lámpácskát alkalmaztam. Fényforrásul Mignon-Edison 5 és 10 gy. (105 V.) lámpácskák alkalmaztattak; ez a módosítás megengedi azt is, hogy a készüléket szabadon, vagyis nappali áteső fényben használjuk, de megengedi azt is, hogy fényfelfogó lemezek közbeiktatásával és a lámpák helyének változtatásával bizonyos kiszámított s meghatározott megvilágítás mellett vizsgáljunk. A fényfelfogó lemezek a két oldalajtó nyitásával elénk tároló, azok belső felületén elhelyezett barázdákba illeszthetők bele.

A fény intenzitásának lehető csökkentése céljából három drb. 3 gy. (35 V.) Edison-Mignon világító testtel is megpróbálkoztam: ezek számára külön egymasmellé való foglalást kellett készíttetnem, melyek a mi városi egyenáramunk (105 V.) mellett csak egyidejűleg égnék. Az ajtó lehajtása után két térdalakú faoszlopra támaszkodik, melyek pántok segítségével oldalra hajthatók a csukás után. Nyitva az ajtót, annak két részét, kívül alkalmazott, — tehát vízszintes helyzetében alulra kerülő — kis sárgarézkapocs egyesíti.

Alább a megvilágítás kérdésével bővebben fogok foglalkozni, — itt csak a második módosítást írom le, mely főleg arra vonatkozik, hogy az amúgy is besötétítendő szobában a tükör, melyben a vizsgálás történik és a benne keletkező kép idegen megvilágításban, mely nem ellenőrizhető, ne részesüljön. Erre a célra nem választhattam más módot, mint a hátsó résznek olyan módosítását, melynek erejénél fogva az teljesen elzárassék, úgy hogy az ott alkalmazott fényforrás fénye csak a próbabetükön át juthasson előre a tükörbe. Ez a módosítás kissé nehezkesebbé tette a készüléket, az eredeti könnyedségéből valamelyest veszített; megszűnt továbbá a fénynek a fényforrás távolítása által való csökkentésének lehetősége s az egyedül a fényelnyelő lemezekre bízott, mégis azt kell mondanom, hogy ez az utóbbi az az alak, a melyben Examinatoromnak gyakorlati elterjedést remélek biztosítani. Ebben a módosításban a hátsó rész egy kb. 25 cm. mély, 40 cm. széles és 40 cm. magas szekrény által van helyettesítve. A szekrénynek egész belső része sötétén van tartva, feketére mázolva, miáltal az ú. n. sötét kamrához válik hasonlóvá. A benyúló részben 20 homályos lemez elhelyezésére van hely, melyek egy oldalajtó felnyitásával (mely toló szerkezettel van ellátva) azért eltávolíthatók. Külső részén a szekrénynek, (jelenleg még a készülék jobb oldalán, de a legközelebbi példánynál ez az ajtócska már a bal oldalra hozandó át) egy ajtócska nyitható ki, miáltal kívülről szintén 1—6 homályos vagy csontlemez tolható be. A fényforrást három villamlámpa szolgáltatja kis padon elhelyezve a hátsó kis lap belső felszínén. Egy padocska 3 drb. 5 vagy 10 gy. 105 V. lámpára van berendezve, egy pedig, 1—3 gy. — 35 V. lámpára. A hátsó lapocska leemelhető és kapesokkal visszarögzíthető. A lámpák padja kieserélhető. A villamos áramot kívülről lehet bekapcsolni.

A látáspróbák egységes megvilágítása.

I.

Kétségtelen, hogy a látás élességének megvizsgálását addig egységessé nem tehetjük, a míg a különböző felvételek, — legyenek azok akár abból a szempontból fontosak, hogy valakit jó javító üveghez juttatnak, vagy hogy valamely gyógyító anyag hatóerejéről nyújtanak felvilágosítást, vagy hogy felderítik valamely belső betegség esetében a látás energiáját, hogy növekedett-e az, vagy visszafejlődött-e az az utolsó, általunk vagy egy más vizsgáló által meg-ejtett vizsgálás óta, — vagy a mennyiben ezek a látóenergia-megállapítások épen élettani szempontból fontosak, mikor a látóenergia és a mindenkori megvilágítás közötti összefüggést keressük, vagy mikor a tárgylátás legalsó és legfelső határát akarjuk megállapítani, — a míg ezek a látóenergiára vonatkozó felvételek nem történnek *ismert, tehát felmért megvilágítás mellett.*

Hogy a látás energiáját *egységesen* állapíthassuk meg, ahhoz okvetetlenül *egységes megvilágításra* van szükségünk. Arra van szükségünk, hogy a látáspróbák megvilágításában ne legyen oly végtelen nagy különbség, mely 1:20-hoz való arányban is változhat a milyen különbséget a nappali égfénynek ingadozása tesz érthetővé. A vizsgáló helyiség építési módja (kicsiny vagy nagy ablakok; egy-, két-, háromablakos, mély vagy rövid helyiség, világos színben vagy sötéten tartott falakkal; szabad tér a vizsgáló helyiség előtt, szűk utcában való elhelyezkedés, udvari helyiség, a földszinten vagy a legfelső emeleten stb.) a vizsgálás ideje, az évszak és a nap szaka szerint (augusztus közepén délben vagy december végén a korai vagy késői délutáni órákban stb.), de a földrajzi fekvés (London vagy Nápoly stb.): mind olyan tényezők, melyek az égfény nyújtotta természetes megvilágításban mutatkozó óriási különbségeket bőven megmagyarázzák még akkor is, ha nem hivatkozunk *H. Cohn*-ra, a ki szerint egy és ugyanazon helyiségben a megvilágítás igen rövid idő alatt 1:5-höz arányban változhat (106 Mgy-ról 19 Mgy-ra), ha az ég hirtelen beborul.

Nagyon jól tudom, hogy ez utóbbi esetben hogyan segíthetünk magunkon: a saját ismert látási élességünket próbáljuk ki az ismeretlen megvilágításban.

Ez az ú. n. *autophotometria* azonban nem eléggé megbízható. Kétségtelen az is, hogy az érték kiszámítása elég hosszadalmas és fáradtságos.¹

Azonkívül beleszól ebbe a fényérzés különböző volta is, pedig csekély különbség a fényérzésben óriási eltéréseket adhat a látásélesség értékében. Nem kell másra hivatkoznom, csak a hemeralopiasok éles látására nappal és végtelen tompa látóságára alkonyatkor. E mellett ez az eljárás bizony naiv és ügyefogyott: hiszen nem ismerjük azt a megvilágítást sem, a mely mellett az orvos „abszolút” látóélessége megállapított (csak annyi van irva: „jó nappali megvilágítás mellett”), sem azt a megvilágítást nem ismerjük, a mely mellett a relatív látóélességhez jutottunk: hogy volna szabad akkor a két eredményt összehasonlítani.

Addig nem beszélhetünk a látásvizsgálás egységesítéséről, míg a megvilágítás kérdése tisztázva nincs. Az olyan kifejezések, melyek *Landolt*-nál is olvashatók, arra mutatnak, hogy ő ezt a kérdést épen nem tartja jelentékelennek. Ő maga mondja:² „Igen fontos dolog, hogy a látás vizsgálása *nem változó és meglehetősen éles* megvilágítás mellett történjék” (*constante und ziemlich intense Beleuchtung*), alább pedig „egyelőre” (*bis auf Weiteres*) azt ajánlja, hogy kb. 50 cm.-nyire a próbatáblától egy Auer-lángot állítsunk fel, melynek fényét ezüstözött, parabolás fényverő juttassa a táblára. Tudvalevő azonban, hogy Auer-láng különböző fényerősségekben kapható, és hogy körülbelül 0:50 m. távolságból bizony más megvilágítást ad egy N jelzésű Auer-láng, mint egy nagy láng; kb. 50 cm.-t valaki 45—55 cm. között változónak foghat pl. fel s ez már elég lényeges különbség. De a parabolás fényverő (*Reflector*) nagyságától, valamint gyújtópontjának távolságától függ, hogy az az Auer-láng fényét milyen nagy területen osztja el egyenletesen: mentől közelebb van a láng a fényverő gyújtópontjához, annál egyenletesebb a megvilágítás. Nagy területre egyenletesen elosztott fény kisebb megvilágítást eredményez. Nem akarom azt állítani, hogy azok az eredmények, melyeket ugyanaz az orvos gyűjt össze, s a melyekhez az illető mindig egyforma berendezés mellett jutott, nem volnának ebben a tekintetben teljesen megbízhatóak. Azt hiszem azonban, hogy *Landolt* utasítása nem vitt bennünket közelebb a látásvizsgálás egységesítéséhez. Ezt, szerintem, csak úgy közelíthetjük meg, ha a megvilágítást pontosan megszabjuk, a melynél a vizsgálás történjék. És ez nem olyan követelmény, melynek teljesítése leküzdhetetlen akadályokba ütköznék. A mennyiben pedig ezzel a kérdéssel alább úgyszólván bővebben óhajtok foglalkozni, itt megelégszem annak hangsúlyozásával, hogy pontosan meghatározott, mindenütt beállítható, a lehetőség határain belül változásnak alá nem vetett megvilágítás mellett kell a látásvizsgálásnak végbemennie: az így nyert eredményeket ebben a tekintetben azután egymással össze is lehet hasonlítani. Az egységesítő törekvésekben szerepet kell juttatni a próbarajzok alakjának is: ez a szerep azonban nem olyan fontos, mint a milyen-

¹ A vizsgáló szemének jó megvilágítás mellett nyert látásélességnyi értékét (*Visus absoluta* = *Va*) meg kell szoroznunk a vizsgálandónál a mérsékelt megvilágítás mellett talált „relatív” (*Vr*) értékkel s ezt el kell osztanunk a vizsgálonál ugyanezen mérsékelt megvilágítás mellett talált értékkel.

A képlet a következő:

$$\frac{\text{Orvos } Va \times \text{Vizsgálandó } Vr}{\text{Orvos } Vr.}$$

(*Snellen.*)

² Graefe-Saemisch, II. Aufl., II. Th., 14. B., I. K. VII. S. 469.

nek *Landolt* azt tartja és e kérdés megoldásával nem értük el még, azt a célt, melyet magunk elé tűztünk.

II.¹

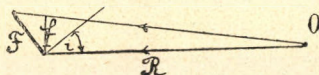
Pontszerű fényforrásokból kisugárzott energia sugárirányban egyenletesen terjed tova. Ha valamely fényforrásból az időegység alatt E energiamennyiség indul ki, akkor ez bizonyos idő múlva egy R sugarú gömb felületén halad át; a felület nagysága $4\pi R^2$, tehát a felületegységen keresztülhaladó energiamennyiség $\frac{1}{4\pi} \frac{E}{R^2}$; egy más időpillanatban ugyanezen energia

egy R' sugarú gömb felületén halad át; így az egységnyi felületre $\frac{1}{4\pi} \frac{E}{R'^2}$ energiamennyiség jut; tehát ha e és e' az R , illetve R' távolságban ugyanakkora felületre merőlegesen beeső fény mennyiségek, akkor

$$e:e' = R'^2:R^2 \dots \dots \dots (I.)$$

tehát azt kell mondanunk, hogy a fényenergia a fényforrástól mért távolság négyzetével arányosan csökken.

Vizsgáljuk most azon fényenergia mennyiségét, a mely valamely F felületre jut, mely nem merőleges a sugárzás irányára, hanem a mely felület



normálisa a sugarakkal i szöget képez (incidentia szöge). Az F felületre jutó energia ugyanannyi, mint a sugarakra merőleges f felületre, azaz $\frac{1}{4\pi} \frac{f}{R^2} E$ ámde $f = F \cos i$, tehát a keresett fény mennyiség:

$$\frac{1}{4\pi} \frac{F}{R^2} E \cos i \dots \dots \dots (II. a)$$

A felület egységére eső fény mennyiséget szokás a *felület megvilágításának* nevezni, jelen esetben ennek értéke

$$\frac{1}{4\pi} \frac{E}{R^2} \cos i \dots \dots \dots (II. b)$$

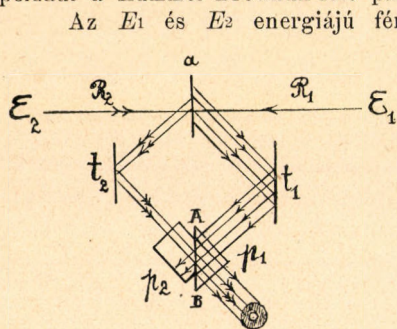
azaz a megvilágítás a sugarak incidentia-szögének cosinusával arányos.

Ezen tényleges megvilágítás azonban lényegesen különbözik a látszólagos megvilágítástól, a mi a szembe jutó fényenergia mennyiségétől függ; ha azonban két felület fajlagos tulajdonságai, helyzete a szemhez és a fényforráshoz egyformák, akkor a látszó megvilágítások egyenlőségéből szabad a tényleges megvilágítások egyenlőségére következtetni.

A fényforrások energiájának összehasonlítására szolgálnak a *photometerek*; alapelvük az, hogy a szem egymás mellett levő felületek megvilá-

¹ A bevezető sorok elkészítésében Jánossy Imre úr, a kiskartali csillagda ez időszertinti observatora volt szíves segítségemre lenni. Fogadja érte köszönetemet.

gításának egyenlőségét 1–2% pontossággal képes megítélni. Az elv kivitele például a Lummer-Brodhun-féle photometernél a következő:



Az E_1 és E_2 energiájú fényforrások merőlegesen megvilágítják az a fehér lapnak két oldalát (a mely két oldal diffus visszaverő tulajdonság tekintetében egyenlőre készült), a felület egyik oldalát nézzük a t_1 tükörben a p_1 prisma AB lapján teljes visszaverődéssel, a másik oldalt a t_2 tükörben a p_1 és p_2 prismákon keresztül; így a látótérben az E_2 -ről kapott képet az E_1 -ről kapott kép körülveszi; a tükrök és prismák megfelelő választása mellett a fény egyenlőképp gyengítettik.

Ha már most a látómezőben a két megvilágítás egyenlő, akkor

$$E_1 : E_2 = R_2^2 : R_1^2.$$

A fényforrások energiájának egysége az az energiamennyiség, melyet 1 Hefner-féle lámpa ad; ha tehát fenti esetben $E_2 = 1$ Hefner, akkor

$$E_1 = \left(\frac{R_2}{R_1} \right)^2 \text{ Hefner} \text{ III.}$$

A photometráls ilyen módja természetesen csak egyforma homogén fényre vagy közel egyenlő összetételű fehér fényre alkalmazható; ha színkülönbségek lépnek fel, a szem a megvilágítás egyenlőségének megítélésében megbízhatatlanná válik.

Számítsuk ki azon fénymennyiséget, mely egy cm^2 felületre 1 Hefner-től jön 100 cm. távolságból, ha a lap a sugarak irányára merőleges; azaz határozzuk meg a lap megvilágítását; a II. b) képlet értelmében, mivel $E = 1$ Hefner, $R = 100$ cm., $i = 90^\circ$ a megvilágítás

$$\frac{1}{4\pi} \frac{1}{100^2} = \frac{1}{40000\pi} \text{ Hefner},$$

ezen megvilágítást nevezzük 1 metergyertyának, jele legyen 1 MG .

Az előzők szerint az a megvilágítás V , melyet I Hefner erősségű fényforrás R távolságban levő síklapon létesít, ha a sugarak i szög alatt érik:

$$V = \frac{1}{4\pi} \frac{I}{R^2} \cos i \text{ Hefner} \text{ (IV. a)}$$

ha t. i. a felület egysége 1 cm^2 és R cm.-ekben van adva; ugyanezt kifejezhetjük MG egységekben, ha a felület egységeül 1 cm^2 -t választjuk, de R -et meterekben adjuk; akkor

$$V = \frac{I}{R^2} \cos i \text{ MG} \text{ (IV. b)}$$

Mindezen tárgyalások pontszerű fényforrások esetére vonatkoztak. A fényforrások azonban általában térbelileg vagy legalább felületileg kiterjedtek és a felület minden kis eleme mint pontszerű fényforrás különböző irányokban különböző intenzitással sugároz energiát, és pedig a tapasztalat szerint az emissio-szög cosinusával arányosan (emissio-szögnek nevezzük a felület-elem normálisa és a kilépő sugár képezte szöget).

Aubert¹ idézetét is fölemlitem, a ki szerint a porosz hadseregben fennállott egy régi rendelkezés, hogy az ébresztőt csak akkor szabad elfújni, ha a szürkületben a „nyomatott betűk” már olvashatók valának. Magyar ember a szürkületből azt mondja, hogy „már nem lehet a farkast a kutyától megkülönböztetni”.

Mayer Tóbiás² göttingeni csillagász azt vizsgálta, hogy saját szeme bizonyos vonalakból rendszeresen összerótt alakokat bizonyos megvilágítás mellett milyen távolságból „lát meg.” E célra sötét teremben egy gyertya fényénél, mely fél láb távolságra volt a próbajelektől, — megállapította a távolságot, a melyből még tisztán látja azokat, majd fokozatosan távolította a fényforrást — végül 13 lábnyira, — mikor is a kezdeti megvilágításnak ($\frac{1}{2}$ lábróli) 676-od részével voltak csak a próbajelek megvilágítva (mv = megvilágítás; t = a fényforrás távolsága.) $mv = \frac{1}{t^2}$; $t = \frac{1}{2}$; $mv = 2$; ($t = 13$, $t^2 = 169$):

$t = \frac{1}{2} = T$ (egység); $mv = 2 = MV$ (= Egység). Ez az $\frac{1}{2}$ láb a 13 láb maximális távolsághoz úgy aránylik, mint $1 : 26$; $T : 26$ $T = 1 : 26$; $mv = \frac{1}{t^2}$; de 26 féllábnyi távolságról a megvilágítás már $\frac{1}{26} MV$, vagyis

Mayer Tóbiás sorozata csakugyan $1 : 676$ -ig terjedhetett. E sorozat egyes tagjainál megállapította a látás szögét, — a mi tudvelevőleg a látás élességének reciproka értéke, — ezt azután abba a tapasztalati képletbe foglalta, hogy (l = a látás élessége; t = a fényforrás távolsága; α = a látás szöge; mv = megvilágítás) $l = \frac{1}{\alpha}$, $\alpha = 158'' \sqrt[3]{t}$. Minthogy

pedig $mv = \frac{1}{t^2}$ „tehát $\alpha = \frac{158''}{\sqrt[6]{mv}}$; $l = \frac{\sqrt[6]{mv}}{158''}$; vagyis: a látás élessége a meg-

világításból vont hatodik gyökértékkel van egyenes arányban. T. Mayer még a színekre is végzett vagy akart végezni ilyen vizsgálatokat, de ezekről adat nem maradt fenn.

Förster³ vette fel a mult század közepén először a kérdés tárgyalását. Később leírandó készülékét arra a célra szerkesztette, hogy az a fényérzésnek vizsgálására szolgáljon.

¹ Aubert. Physiologie der Netzhaut 1864.

² T. Mayer. Experimenta circa visus aciem in Commentarii Societatis Göttingensis. 1754 p. 97. recitata D. VI. april. 1754 in: Commentarii Societatis Regiae Scientiarum Göttingensis. Tomus. IV. ad annum MDCCLIII pp. 120—133. Göttingae sumtibus Eliae Lucae.

„Sufficere haec possunt, ad cognoscendum quanta sit in pherisque circumstantiis humani visus acies; etsi enim supererant, experimenta circum objecta aliisque coloribus tineta constituenda per alia tamen non licebat mihi his diutius immovari.”

Nello stesso volume a pag. 342, porta 342—366, poi la pagina tegneute porta tegnuto 367.

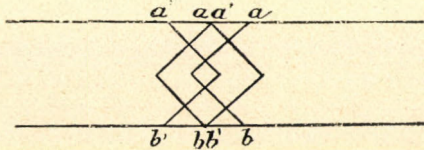
„Monitum qua jam sequi deberet cl. Mayeri nostri commentatio d. XII octobr. h. a. praelecta, eam visum est auctori non abmente societate Regia ad huc retinere. Quod, indicamus ideo, ut, qua causa paginorum numerus interruptussit, lectores intelligant.” Albertotti prof. (Modena), 1904 IX. 23-ikán hozzám intézett sajátkezü leveléből vett idézetek.

³ Förster. Über Hemeralopie und die Anwendung eines Photometers im Gebiete der Ophthalmologie. Breslau 1857.

A fénysugarak által keltett azon érzések, melyek a teljes sötétségből átmeneti sorozatot alkotnak a legnagyobb világosság (fényesség) felé: *fény-érzések*: látószervünk fényérzekező működéséhez tartozik tehát a megvilágítás különböző fokozatainak felfogása. Különböző megtöretésnek aláeső fénysugarak felismerése a *szinérzés* feladata; — az a képességünk pedig, hogy a tér különböző pontjairól jövő fényt érzékelünk, *térérzésnek* neveztetik. (Aubert¹ és Weber²).

Förster készülékével azt is el akarta érni, hogy bizonyos belső szembetegségek kíséretében fellépő nagyfokú csökkenését kimutathassa a fényérzekelesnek és ezzel a kórisme felállítását megkönnyítse, illetőleg biztosabbá tegye. Eredetileg tehát nem az volt a célja, hogy a *megvilágítás és a látás élessége közötti összefüggést* ép állapotban, apró átmenetekben megállapítsa. Az ő tétele így hangzik: „a tárgyról keletkező *látási szög* és a tárgynak *megvilágítása* az a két tényező, a melyek együttes hatásától a szemünkben keltett benyomás élessége függ: *mentől kisebb az egyik, annál nagyobb* kell a *másiknak lennie, hogy a tárgyat felismerhessük*, illetőleg, hogy a felismerés egyáltalában létrejűjön. A látás szöge és a megvilágítás egymást kölcsönösen kiegyensúlyozzák.”

Förster készülékét photometernek nevezi. Landolt,³ illetőleg Hummelsheim⁴ *photoptometerre* javítja ezt az elnevezést. A készülék egy szekrényből áll, melynek mellső falán két nyílás van, hogy a vizsgálandó abba beletekinthessen és a hátul betolható próbatárgyakat megláthassa. Ezek a szekrény oldalán elhelyezett szabályozás alatt álló gyertyából jövő fénysugarak által világíttatnak meg, a melyek a szekrény falában elhelyezett 5 cm² nagyságú fehér papírlémezen haladnak keresztül. Ez a megvilágítás a papírlémez (fokozatos eltakarása vagy szélesebbre nyitása által (ferde derékszögben két toloká segítségével) kerül a szekrény belsejébe. Ha a tolokát felnyitjuk, 2500 mm² a világító felület, teljesen összetolva 1 mm²-re csökkenthetjük a megvilágítást. A vizsgálás akként történik, hogy kellő sötétben való pihentetés után, a vizsgálandó benéz a szekrénybe s az orvos a tolokát annyira kinyitja, míg a vizsgálandó a próbatárgyat meglátja. Ez a próbatárgy kezdetben 1 cm. vastag, 5 cm. hosszú fekete vonalakból állott, fehér alapon. (Ennek felismerése csak körülbelül



$\frac{1}{100}$ rész. Snellen-féle látási egységnek felel meg, körülbelül 0.33 Acuitásnak, és 3.3 D alkalmazkodást igényel).

A felismerés rendes *fényérzésű* szemnél 2 mm² nyílás szolgáltatja megvilágítás mellett következik be; ha ezt egységnek vesszük, akkor a Fényérzés (F) = 2 osztva a nyílás nagyságával, ha az 10 mm²-t mutat, akkor $\frac{1}{5}$, ha 20 mm²-re kell kinyitni $\frac{1}{10}$ stb. (0.2, 0.4 stb.)

Már Urbantschitsch⁵ figyelmeztetett arra, hogy a próbatáblácskát a rés

¹ Aubert. A. f. O. III. 2. pag. 63.

² E. H. Weber. Handwörterbuch der Physiologie III. 2. p. 533.

³ E. Landolt. Die Untersuchungsmethoden. Graefe-Saemisch. II. kiadás. II., IV., VI.

⁴ Hummelsheim. Landolt fenti értekezésének V. fejezeté II. részében is a 379. és köv. lapokon.

⁵ Urbantschitsch. Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol. XXX. 129.

nem egyformán világítja meg, mert a kettő nincsen egymással teljesen szemközt. Ha a tolóka kétfelé nyílnék s a fényforrás a középen volna, úgy a megvilágítás egyenletesebb lenne: így annál kisebb a megvilágítás Wolffberg¹ szerint, mentől távolabb van az illető pont a középponttól. Ez pontosan megállapítható photometriás úton is, de a fénysugarak nyalábszerű vetítődésének törvénye is megmagyarázza ezt. A szemközt eső helyre sokkal több fénysugár kerül, míg a széli részek annál kevesebb felületi megvilágításban részesülnek, mentől távolabb vannak a fényforrás középpontjával szemben eső helytől. Gyakorlatilag könnyen ismételhető Treitel² kísérlete, a ki tágra nyitott ablak mellett átlátszatlan papírlappal takarta el a Förster-féle photometer fehér lapját, ezen a papírlapon azonban két kis nyílást készített, egyet a lámpával szemben, egyet pedig egészen a szélén: a középső nyílás fényes megvilágításban részesült, a széli nyílás azonban csak felényire volt megvilágítva. Ebből látható, hogy a beszolgáltatott fénymennyiség nem áll egyenes arányban a nyílás nagyságával. És hogy az 1—2 cm. vastag, 5 cm. hosszú vonalakok nem adják 30 cm. távolból a szem középponti látási élességét, azt nem kell külön hangsúlyoznunk. Középpontban jelentkező vakfolt (centrális scotoma) így ki nem mutatható; de a farkassötétségnek az az alakja sem, mely a középponti látási élességet érinti, bár a látótér megszűkülésére következtethetünk abból, hogy a középponti látás erősebb megvilágítást igényel. Vagyis a fenti vizsgálójelek óriási nagy szög alatt jelennek meg a szemben: ám ha kisebb látási szög (nem 206°, vagy 103°) mellett kisebb próbatárgyakkal vizsgálunk, akkor ez az ellenvetés veszít erejéből. Csak az képezheti meggondolás tárgyát, hogy szabad-e fényérzés szempontjából olyan szemeket összehasonlítani, melyeknek nappali világosság mellett különböző a látási élességek. Igaz ugyan, hogy a gyakorlat számára épen az a fontos, hogy valakinek látási élességének értékét, mely nappali, vagy még inkább bizonyos ismert és állandósított mesterséges megvilágítás mellett állapított meg, összehasonlíthassuk könnyen azzal a látási élességgel, melylyel ugyanannak szemei bírnak bizonyos ismert, de kevesebb megvilágítás mellett. Erre törekedett Landolt, mikor a Förster-féle photometerbe³ a Snellen-féle próbabetükből illesztett be néhány kis sort.

A Förster-féle photometernél is időre van szüksége a látóhártyának, hogy a mérsékelt fényhez alkalmazódhassék (adaptálhasson). Ez 6—10-szeres különbségeket is okozhat. $\left(\frac{1}{49}\text{-ről } \frac{1}{5}\text{-re}\right)$. Ez az adaptálás fontossága a Förster-féle photometernél.

Schmidt-Rimpler a hemeralopiának felismeréséről a következőkben emlékezik meg: a diagnoszt objective is felállíthatjuk, ha a látás élességét mesterségesen leszállított világosságnál mérjük meg. Erre a célra felhasználhatjuk a Förster-féle photometert: egy sötét szekrényt, melyben próbabetük vannak változtatható fénymennyiség által megvilágítva. E vizsgálatnál kiténik, hogy a fényérzéklés alsó határa (untere Reizschwelle⁴) hemeralopiánál magasabbra rúg. Ha távolban akarjuk a látás élességét megállapítani, akkor a nappali fényt azáltal mérsékeljük, hogy a vizsgálandónak közvetlen szemei elé tartunk egy

¹ Wolffberg. Über die Prüfung des Lichtsinnes. Graefe's Arch. XXXI., I. 1.

² Treitel. Graefe's Arch. f. Ophth. XXXIII. 2.

³ Landolt. Photométrie a Wecker és Landolt „Traité Complet"-jében. I. 511.

⁴ Eulenburg. X. 292 - 294. III. kiadás.

színházi látesőhöz hasonló foglalatot, melybe *szürke üveget helyeztünk*. Az a látásélesség-csökkenés szolgálhat az elváltozás mérlegelésénél alapul, mely a rendes szemnél ezeknek a szürke üvegeknek a behatására bekövetkezik.

*Aubert*¹ besötétítette a szobáját és az ablakokra szabályosan nyitható és tágítható nyilást készített. E mellé a nyílás mellé állott és megfigyelte, hogy a nyílás nagysága szerint mennyit bír elolvasni a tőle 1 (egy) meterre elhelyezett Jaeger-féle látáspróbákból. 2·5 mm.-nyi nyílásnagyság mellett még semmit sem látott e betűkből, 5 mm.-es nyílás mellett meglátta a 20-as számú betűket (ez 42·7 párisi lábról ad 5' szöget: *Schnabel*²), majd a nyílás nagyításával, fokozódásával látási élessége is mindinkább növekedett, míg 200 mm.-nyi nyílásnagyság mellett már Jaeger Nr. 9-et olvashatta. (5'-nyi szög 53·4 párisi hüvelykről *Schnabel* szerint.) *Aubert* látási élességéről egyébként az szolgáljon felvilágosításul, hogy 1 m. távolról ő diffus nappali megvilágítás mellett Jaeger 5-öt tudta elolvasni. (Felismerési távolság Snellen értelmében *Schnabel* szerint 33·7 p. h.)

Nyílás	nagysága	5	.	.	.	Jaeger	betűi	20
"	"	10	.	.	.	"	"	19
"	"	15	.	.	.	"	"	19
"	"	20	.	.	.	"	"	18—17
"	"	40	.	.	.	"	"	15—14
"	"	60	.	.	.	"	"	13
"	"	100	.	.	.	"	"	10
"	"	200	.	.	.	"	"	9

Mauthner ezt átszámította Snellen-értékekre: ha I (intenzitás) = 1 és V = 1:

I	V
1 : 1·8	1 : 1
1 : 4·0	1 : 1·4
1 : 6·3	1 : 1·6
1 : 11·0	1 : 2·0
1 : 20·0	1 : 2·0
1 : 32·7	1 : 3·5
1 : 64·0	1 : 5·0
1 : 177·8	1 : 7·5
1 : 1600·0	1 : 12·5

$I = 1 : 1600$; $V = 1 : 12·5$; $\left(\text{ha } V = \frac{1}{\alpha} \right)$, akkor a V értékosztója, nevezője mutatja az α -szög értékét.

*Aubert*et meglepte az a pontosság, melylyel egymásután különböző alkalmakkor végzett vizsgálatai mindig egyforma eredményre vezettek s azt is hangsúlyozza, hogy *aránylag csekély különbségek a megvilágításban milyen nevezetes különbségekre vezetnek a látás élességében*. *Aubert*nek a *Masson* kerekével tett vizsgálatai már nem igen érdekelnek bennünket, csak idézem itt azt a végső következtetést, melyre őt vizsgálatai vezették s mely így hangzik: „A tárgyak láthatósága, és nem a „fénybenyomás érzékelése“, mint magyarázatul hozzáteszi, függ: 1. a világítás abszolút fokától, 2. a kontrástól, 3. a látás szögétől.

¹ Lásd *Aubert* fentidézett munkáját.

² *Schnabel*. Knapp's Archiv, V., 1876, 211.

Snellen látáspróbáinak 1873-ban megjelent kiadásának bevezető szavaiban csak megemlíti, hogy bizonyosan nagyban függ a látás élessége a megvilágítás intenzitásától.

Klein már idézett értekezésében meg akarta állapítani azt az összefüggést, mely a látás élessége és a megvilágítás közt fennáll. Erre a célra a módosítatlan Bunsen-féle fénymérőt használta, melynek zsírfoltos lemeze helyett három egymásra helyezett üveglemezkét alkalmazott. Ezek vékony papírlappal voltak bevonva. Ebből a papírosból egy-egy kis négyszögletű darabka ki volt vágva és pedig a fényforrás felé fordított felületen, ahhoz közel a legkisebb, a következőn a nagyobb és utána a legnagyobb. Így a lemezek széli részét két papírréteg borítja, míg a közepén egygyel kevesebb, mi által négy különböző megvilágítási fokozatot kapott.

A vizsgálathoz angol paraffingyertyát használt (6 darab egy fontra) s a vizsgálás távolsága 1 m. volt. *Klein* vizsgálatai első sorban *egészséges, emetrop* szemekre vonatkoznak, a melyeknél a látásélesség értékét a megvilágítás fokozásával *állandóan* növekedőnek találta: 0.4—10,000-ig váltakozó fény mellett 1—1000-ig gyorsan, 1000—10,000-ig lassan emelkedett az elért látásélesség. E részletekre nézve a dolgozat valamennyire nehezen értékesíthető, mert a *Jaeger*-értékek csak *Schnabel* átszámításában, *Snellen*-értékek pedig az $1\frac{1}{2}$, 2, $2\frac{1}{2}$ párisi láb- illetve ölértékekben vannak kifejezve.

Érdekes *Klein*nek az az adata, hogy közellátó szem látási élességére kevesebb befolyása van a megvilágításnak, mint az emetrop szem látási élességére. Vagyis, hogy a megvilágítás javításával annál nagyobb fokban javul a látási élesség, mentől kisebbfokú a közellátóság. Ha egységnyi megvilágítás mellett a rendeslátó szemé 1, a javított közellátóé 1.4 (nem *Snellen*-egység, csak relativ kiindulási egység). Ha a megvilágítás 100, az emetropé 1, a javított közellátóé 1.3; ha a megvilágítás 1000 az emetropé 1, a javított közellátóé 1.03. Egy körülbelül 6 D. myopiánál 200,000 normálgertyánál még mindig javult a látás élessége.

Nagy fontosságot kell tulajdonítanunk *Klein* azon megállapításának, mely egyébként téves számadatokra vonatkozik, hogy t. i. a látásélesség vizsgálásánál mindig meg kell mondanunk, hogy az milyen megvilágítás mellett történt. Erre 25—100 normálgertyányi fényt ajánl s azt követeli, hogy 100-nál magasabbra a megvilágítás ne rúgjon. (Roth „Beleuchtungsapparat“-jában mindkét oldalt középtűt szélről $1.14 \times 175 = 199.5$ N. Gy. a megvilágítás; Sulzer Luzern-ben 10 M. Gy.-át, Druault-Tscherningnél 1.5 M.-Gy.-át állapít meg.) Megállapítja azt is, a mit *Macé de Lepiné* és *Nicati* később (l. alább) fel is használt: hogy a látás élessége maga fénymérésre szolgálhat.

E. Landolt (Nagel, 1872. 101. oldalon) kifogásolja *Klein* dolgozatában, hogy a vizsgálás 1 m.-re történt, hogy a szembogár tágsága és az adaptatio nem részesült kellő figyelemben. A legérthetőbb kifogás azonban azon alapszik, hogy a két ismeretlenek egymáshoz való viszonya téves megállapításhoz kell, hogy vezessen. Vagy az *L*-nek, vagy a *Mv*-nak (látási élesség és megvilágítás) ismertnek és egyformának kell az összehasonlított esetekben lennie. *Klein* közeli próbák olvasztásával nyerte eredményeit; ezek az eredmények természetesen a vizsgált anyanyelvén magasabbak voltak, mint idegennyelvű szövegénél.

1872,73-ban az innsbrucki orvosi egyetem a következő tétel megoldására hirdetett pályázatot: „Tétessenek vizsgálatok arra nézve, hogy milyen összefüggés van a látás élessége és a világosság között; lehetőség szerint ez az össze-

függés mennyiségtani szabályba foglalandó.¹ Ezt a tételt dolgozta ki Posch,¹ a ki kísérleteiben először azt az utat követte, hogy fekete vonalakkól alkotott rendszereket figyelt meg, melyeket különböző távolságban elhelyezett lámpa világított meg. Ezt a lámpát egy sötét kamarába helyezte el (Dubosq által ajánlott szerkezettel: achromatikus lencsevetítővel) s a próbatárgyakat különböző, lemért távolságban a lámpával szemben felállított sötét felület elé tette úgy, hogy egymást be ne árnyékolják. Így a különböző tárgyak különböző megvilágítás alatt állottak, de a szobában mindenütt egyforma sötétség honolt.

A vizsgált közeledett a jelekhez és mihelyt ki tudta venni, hogy a vonalak mely irányban haladnak, megállott. Ezt a távolságot lemérve, megkapta Posch a szemnek bizonyos megvilágítás melletti látási élességét. E mellett a módszer mellett azonban a szem *érzékenysége* a vizsgálat folyamán nagyban változott.

Másik mód, melylyel ugyanezt a célt akarta elérni, abból állott, hogy különbözően megvilágított tárgyakat egy időben nézett egyformán sötét területről. Ez esetben a kísérleti berendezés úgy módosult, hogy több ilyen vonalrendszert állított a fénysugarak útjába, egymás mellé: majd *episcotister* módjára kivágott korong lett mozgásba hozva a jelek előtt: a korong annál több fényt tartott vissza, mentől kevesebb és kisebb kivágás volt rajta. Ez az utóbbi berendezés ahhoz a tételhez vezette, mely vizsgálatainak eredményét képezi s a mely úgy hangzik, hogy a *látás élessége kissé gyorsabban növekszik, mint a világító erő logarithmusa*.

Ugyanilyen eredményre jutott Posch azzal a harmadik módszerrel is, melyet Aubert is alkalmazott s a mely a Jaeger-féle tábláknak különböző világítás mellett való olvastatásában állott. Posch különben újlag felemlíti, hogy Aubert-világításbeli különbségek érzékelésénél és nem a tárgylátás vizsgálásánál jutott arra az eredményre, hogy az a világítás logarithmus-értéke szerint csökken. Ez a törvény tehát ellene mond *Fechner psychophysiologikus törvényének*, melynek értelmében a világításbeli különbségek érzékelése, de vonalrendszerek felismerése is független kellene, hogy legyen a megvilágítás intenzitásától. Poschnak egy sorozata például:

(10 : 7.071 = 1.41 ; $\sqrt{2} = 1.41$)	10.0 1
(10 : 5 = 2 ; $2^2 = 4$)	7.071 2
(10 : 3.33 = 3 ; $2^3 = 8$)	5.0 4
(10 : 2.5 = 4 ; $2^4 = 16$)	3.536 8
	2.5 16-szoros

megvilágítás, vagyis: ezek viszonylagos értékek, melyek nem vonatkoznak arra, hogy *ennyi* illetve mekkora megvilágítás mellett mekkora a látás élessége. Egy másik sorozata:

Relativ fényerősség (Rel. Beleuchtungsstärke)	L (látás élessége)
400	1.000
200	0.829
100	0.714
50	0.671
25	0.418
12.5	0.291
6.25	0.200
3.125	0.150

¹ Posch. Über Sehschärfe u. Beleuch. Arch. f. Augenh. V., 14—49., 1876.

Doerinkel és *Carp* két inaugurális értekezésben, melyek 1876-ban jelentek meg a marburgi klinikáról, Schmidt-Rimplernek az Eulenburg Encyclopaediája XV. kötetéből idézett szekrénykéjével kísérleteztek. Hat szürke lemezt helyeztek a vizsgálandó szeme elé és a Snellen-féle próbatáblákat nézették (analphabeta alakokat).

A hat szürke üveg különböző összeállításban 13 változatot engedett meg: 1000, 560, 380, 320, 230, 120, 73, 51, 41, 23, 8, 4, 3 részét a nappali fénynek bocsátotta át.

Carp adatait H. Cohn (l. alább) átszámította; az ingadozások és átlagok értéke a következő:

I = 0.12	V = 100	Átlag V 1
0.073	66—100	0.96
0.051	66—100	0.87
0.041	60—90	0.74
0.023	48—80	0.61
0.008	40—67	0.51
0.004	18—50	0.35
0.003	14—30	0.23

Ez a módszer nagy egyéni ingadozásokat mutat ki; közellátóknál gyorsabban csökken a látás élessége: *borús* napokon más arányt mutatott a látási élesség és a fénytompítás közti viszony, mint derűs égbolt mellett. (*Carp* elméleti következtetéseit Nagel megbizhatatlannak bélyegzi.)

Doerinkel férfikorban lévő egyéneket vizsgált s megállapította, hogy *előrehaladó korral a látási élesség csökkent megvilágítás mellett nevezetesen alászáll.*

*Ricco*¹ a megvilágítást episcotister segélyével csökkentette, sajnos csak igen kis határok között. *Albertotti*² már nagyobb területen mozgott. *Albertotti* eredményei:

$\frac{1}{I} =$	4^2	$V = \frac{1}{2};$	$\alpha =$	2
	6^2			3
	10^2			4
	13^2			5
	23^2			7
	40^2			10
	45^2			15
	50^2			20
	70^2			30
	100^2			40
	120^2			50
	140^2			70
	180^2			100

azaz ő az intenzitást $1: \frac{1}{32400}$ -ig változtatta, mikor is azt a megvilágítást vette 1-nek, melynél $V = 1$. Hosszú folyosón végezte vizsgálatait. *Snellen*

¹ Annali di Ottalmologia VI. 1877.

² Annali di Ottalmologia VII. 1878.

próbatáblái előtt ült a vizsgálandó és pedig 1'-nyira, míg a folyosó másik végéről ismert fényforrás jött mindig közelebb.

$$I = \frac{1}{2} V = \frac{6}{6} \frac{1}{16} = \frac{3}{6}$$

$$\frac{1}{4} \frac{5}{6} \frac{1}{32} = \frac{2}{6}$$

$$\frac{1}{8} \frac{4}{6} \frac{1}{64} = \frac{1}{6}$$

Sous vizsgálatait Badal optometerével végezte: de a megvilágítást csak nagyon szűk határok közt változatta $0.5:0.015 = 1:0.03 = 33.3:1$.

Schnabel¹ ugyancsak szürke üvegekkel végezett korlátozt számban vizsgálatokat saját szemein. Négy szürke lemezt használt, ezek egyforma színűek és vastagok voltak. Látási élessége egy lemezen át 1, két lemezen át 0.66, három lemezen át 0.28 és négy lemezen át 0.10-re csökkent. A lemezek fényelnyelési coefficiensét, valamint az eredeti megvilágítás számértékét nem adja.

Javal² és ugyancsak utána Giraud-Teulon hangsúlyozzák, hogy a látási élesség számtani haladványt mutató csökkenése a megvilágítás csökkenésének mértani haladványával tart lépést: ez volt egyik vezető oka annak, hogy Javal a látás élességének értékjelzésében a felület nagyságát akarta irányadónak tartani, a mi által a Snellen $V = \frac{1}{2}$ egyenlő lett volna $\frac{1}{4}$ -del és a

$V = \frac{1}{4}$ egyenlő lenne $\frac{1}{16}$ -dal. A próbatáblák egyes sorai között még ma is a $\sqrt{2}$ értékesökkenést (l. Albertottinál) követeli, a mi, által a d értéke 5, 7, 10, 14, 20, 28, 40, 56, 80, 112 és 160 volna.

Cohn-nak³ 1879-es vizsgálatai a mi tárgyunkat nem igen érintik: ki mutat ugyan esetenkénti különbségeket, melyek gáz-, villany- és napfény által való megvilágításnál jelentkeznek a látás élességében, de ebből következtetést vonni azért nem szabad, mert a különböző fényforrások nem voltak egységre nivellálva. Csak azon esetben lehetne ezt az összehasonlítást elfogadni, ha pl. ugyanolyan gyertyaerősségű megvilágítást tudott volna a látáspróbáknak adni pontosan villanytest vagy gázláng segélyével, a menyire azok a napfény által meg voltak világítva. Itt is szükséges lett volna teljesen egyforma látási élességgel bíró egyéneket összegyűjteni s ezeket a háromféle megvilágítás mellett vizsgálni.

Későbbi dolgozata⁴ már valóban ezzel a tárggyal foglalkozik. Mielőtt az eredményeket sorolnám fel, megemlítem, hogy különböző, de kitünő látási élességeket vizsgált: ezeket ő ös szemeknek (*Uraugen*) nevezi, melyek, úgy mint a vad népek szemei, még nincsenek a folytonos megerőltetés követke-

¹ Die Begleit. und Folgekrankheiten der Iritis, Knapp-Schweigger. V. 1. pag. 115.

² Essai sur la physiologie de la lecture. Annales d'Oc. 1879. Giraud-Teulon ugyanabban a kötetben.

³ H. Cohn. Vergleich. Messungen der Sehschärfe und des Farbensin. Arch. f. Aug. 1879. VIII. 408 és köv.

⁴ H. Cohn. Unters. über die Sehschärfe bei abnehmender Beleucht.

tében *megrongálva* (angekränkelt). Iyen szemekre ő az Óriási hegységben lévő egyik faluban akadt (Schreiberhan), a hol az iskolás gyermekek legnagyobb része Snellen V egységének kétszeresével, sőt 2·5–3-szorosával bír.

Szabadban kellett vizsgálatait végeznie, mert szobában nem érhetne volna el azt az *éles megvilágítást*, melyre szüksége volt. Az iskolaépület előtt vizsgálta hát a tanulókat H. Cohn és pedig akképen, hogy a tanuló a keletnek helyezett látáspróbák felé nézett, nehogy az esetleg szembe *sütő* nap zavarja. A látáspróbák egy, meteres jelzéssel ellátott, pálya végén voltak elhelyezve.

Egyébként mint maga mondja „sokszor volt kénytelen a vizsgálást a viharos és esős időjárás miatt abbahagyni“; de azt is állítja, hogy „augusztus ezen heteiben a napot csak nagyon ritkán és csak néhány pillanatra lehetett látni“. Ezek a kitételek arra engednek következtetni, hogy ő maga sem akarja az alapmegvilágítást, tehát a mindenkori borús égfényt egyformának tekinteni, bár mégis ebből indult ki. „Hogy bizonyos ingadozások előfordulhattak“, ezt H. Cohn nemcsak hogy nem tagadja, de fel is említi, azt azonban nem mondja, hogy mekkorák lehettek azok, ha több héten át 9–12 ig délelőtt és 3–5-ig délután vizsgált. Egy délben, mikor nem sütött a nap s egy másik délután háromnegyed 5 órakor, mikor jól beborult, de nem esett — alig hihető — hogy csak csekély ingadozásokról lett volna szó.

A vizsgálandó 18 m.-re állott fel a táblától, 16 darab analphabeta jelet mutatott ($d = 6$ M.):

Az első vizsgálat eredménye (az adatok, bár 50 szemről van szó, csak 49-ről közölvék):

10%	. . . . .	2·33 V
48%	. . . . .	2·0
12%	. . . . .	1·83
6%	. . . . .	1·66
10%	. . . . .	1·5
8%	. . . . .	1·33
2%	. . . . .	1·16
2%	. . . . .	1·0
<hr/>		
98%	. . . . .	1·93 az átlag V

NB. Az elsődleges adaptatióra 10 perczenyi idő, a továbbiakra két perczenyi idő volt elégséges.

H. Cohn a Schmidt-Rimpler-féle szekrényt használta hat szürke üveggel, melyeknek fényelnyelését különböző módon vizsgálta s azt körülbelül 86%-ban állapította meg. Ebből a következő sorozatot kapta:

Intensitás	1·000000 = 1	$\left. \begin{array}{l} \text{a mi mellett a kö-} \\ \text{vetkező átlagos} \\ \text{látási élességeket} \\ \text{találta} \end{array} \right\}$	1
Egy üveg	0·140000 = 1 : 7·14		0·897
Két „	0·019600 = 1 : 51		0·785
Három „	0·002744 = 1 : 364		0·650
Négy „	0·000384 = 1 : 2604		0·494
Öt „	0·000053 = 1 : 18868		0·339
Hat „	0·000007 = 1 : 142857		0·230

Valószínűnek tartja, hogy a sötétítés még ennél is nagyobb, mert a sárga fényt, mely a színek legfényesebb színe, már három lemez teljesen

elnyeli. A geometriai haladvány első négy tagjára a következő összehasonlító táblázatot teszi közzé:

J	V = (T. Mayer)	V = (Posch)	V = (Albertotti)	V = (Sous)	V = (Carp)	V = (Cohn)
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$\frac{1}{4}$	0.78	0.6	0.65	0.65	0.66	0.93
$\frac{1}{8}$	0.70	0.4	0.47	0.5	0.56	0.89
$\frac{1}{16}$	0.63	0.20	0.40	0.31	0.49	0.89

Az ingadozások $\frac{1}{10}$ -os arányszámait mutatja a következő sorozat:

1	üveggel	V ingadozott	0.28
2	"	"	0.53
3	"	"	0.63
4	"	"	0.61
5	"	"	0.59
6	"	"	0.63

értékben.

Látni való ebből, milyen nagy az ingadozás egyénenként (és szerzőnként!). Egyes esetekben:

$$I = \frac{1}{16} \quad \text{mellett} \quad V = 1$$

$$I = \frac{1}{2604} \quad \text{mellett} \quad V = 0.86$$

$$I = \frac{1}{18865} \quad \text{mellett} \quad V = 0.78$$

$$I = \frac{1}{142857} \quad \text{mellett} \quad V = 0.71$$

volt a Visus.

Nagyon éleslátó szemek hat szürke üvegen át is $\left(I = \frac{1}{142857} \right) \frac{5}{6}, \frac{6}{6}$, sőt $\frac{10}{6}$ látási élességgel birnak. (*Nyctalopiás esetek?!*)

Átlagban ugyanez a 25 tanuló két szemmel együtt nézve, rendszeren többet látott, mintha csak egyik szemökkel néztek és pedig a következő sorozat szerint:

1	2	3	4	5	6	Szürke üveggel
0.897	0.785	0.65	0.494	0.339	0.23	egyik szemmel
0.936	0.812	0.673	0.487	0.384	0.271	két szemmel

Kimondja tehát H. Cohn, hogy arról egyelőre szó sem lehet, hogy törvénybe állítsuk az intenzitásnak és a látás élességének összefüggését.

*Manolescu*¹ 1880-ban sajátosságos kísérleteket végzett, melyeknek lefolyását nem vagyok képes teljesen megérteni. A mennyiben kevesebb érdeklődésre tarthat számot, csak eredményeit említem, melyeket törvénybe foglalt s a melyek Javal négyzetes elméletét volnának hivatva támogatni. „Ha a világítás nem változik, a világító pontok láthatósága átmérőjük négyzetével arányos.“ „Ha a világítás változik, akkor a (világító) pont távolságának a fényforrástól és ugyanazon pont *felismerési* távolságának szorzata egy constanst ad.“ Ugyancz a törvény szerinte (világító) vonalakra is áll.

Kísérletei kevés esetre vonatkoznak: nem világítja meg a kérdést és nem nyújt abszolút számokat. Uthhoff így értelmezi *Manolescu* törvényét: „A látás kezdeti szöge (a mely alatt a tárgyak láthatóvá kezdenek válni) fordítva arányos az intenzitás négyzetgyökével.“

Ugyancsak Uthhoff értekezéséből (és a Michel Jahresbericht-jéből) idézem *Macé de Lépinay* és *Nicati*² dolgozatát, a melyben épen fordított törekvést látok érvényesülni: vagyis arra akarják felhasználni a látási élességet, hogy a színek különböző helyeinek fénygazdagságát eldöntsék. Szerintök már *Herschel* így állapította meg a színeknek fényben leggazdagabb pontját, a mennyiben nyomtatott sorok fölé vetítette a színeképet és azt vizsgálta, hol tud legkönnyebben olvasni. *Snellen* és *Landolt* szintén beszélnek a fénymérés egy ilyen alakjáról, mely azon alapszik, hogy két különbözően megvilágított területen, melyek közül azonban az egyiknek megvilágítását ismernünk kell, meghatározzuk a látási élességet.

Macé de Lépinay és *Nicati* abból indulnak ki, hogy két fény mennyiség egyenlőnek vehető fel, ha azok ugyanazon szemléltető egyforma hatással vannak, vagyis ha az illető egyformán lát a két megvilágításban, vagy ha a két világítás különböző színű, de az illető egyformán lát mellettük, mikor is a szín nem játszik szerepet.

A látás élességét tehát egy olyan tényezőnek tekintik, a melylyel az objectív fénynek azt a mennyiségét meg kell szorozni, a mely a spectrum bizonyos tájékába esik: így azután a látás élessége egyforma lesz a színek minden részében, a sugárhosszak különbözősége daczára.

Már előzetes vizsgálataikban megfigyelték a látásélességnek értékváltozását egyszínű fényben, mikor is azt találták, hogy az ép színérzésű szemben a görbe kisebb eltérést mutat, mint a színvak szemében. Majd megállapították, hogy legnagyobb a látás élesség értéke, tehát az α szög értéke a legkisebb a sárga színben, közel a D vonalhoz. A megvilágítás csökkentésével kékes-viola színben lassabban száll alá az észrevevés, mint a kevésbbé megtört sugarú színekben, ellenben a vörös túlsó szélétől egészen a zöldig — a fény megoszlása törvényesen állandó marad. A rendes szemek között is sok egyéni eltérést találtak; színvakoknál azonban ez eltérés óriási. Ők ugyanis három vörös-színvakot és egy zöldszínvakot vizsgáltak. Az első csoport a vöröszínű fényben rosszul, sárgában igen jól, a zöldben pedig jobban lát, mint a nem színvak, ellenkezőleg áll a dolog a zöldszínvakra nézve. A színvakságnak e két alakját fel is állítják *Hering* ellenében.

Kísérleteikhez, mint a fentiekből már kitűnik, színeképelemzést kellett

¹ *Manolescu*. Recherches relatives à l'acuité visuelle. Annal. d'oc. 1880. 55. old.

² *Macé de Lépinay* et *W. Nicati*. Recherches sur la comparaison photométr. des div. part. d'une même spectre. Ann. de Ch. et de Ph. 1881. et 1883.

³ Experiences relatives à l'influence de l'éclairage sur l'acuité visuelle. Arch. d'Ophth. T. III. p. 37.

használniok, valamint olyan készüléket, melylyel a bebecsátandó fénymennyiséget lehet változtatni, illetőleg szabályozni; nemkülönben szükségük volt a látás élességének vizsgálására alkalmas berendezésre.

Későbbi vizsgálatai ugyanennek a két szerzőnek azt látszottak megállapítani, hogy két szemmel a látás élességének értéke ugyanannyi, *mint a mennyi az egyforma két szem közül az egyiknek látási élessége kétszeres megvilágítás mellett*. Uhthoff ezt a tételt nem látszik elfogadni, a mennyiben azt mondja, hogy más szerzők véleménye szerint két szemmel nézéskor a látási élesség csak csekélylyel mulja felül az egyik szem látási élességét.

Ha azonban csak H. Cohnnak fent irt adataira tekintünk, el kell fogadnunk Macé de Lepinay és Nicati ez állítását; mily csekély a két szemmel és egy szemmel való nézéskor kimutatott látásélességkülönbség s mily óriási a 86%-os fényelnyelés a sorozat egyik tagjától a másikhoz — vagyis ha kétszeres megvilágítás mellett nézünk egy szemmel, az nincs kizárva, hogy a javulás olyan fokú legyen, mintha fele akkora megvilágítás mellett nézünk két szemmel.

V	0.14	0.0196	0.002744	0.000384	0.000053	0.000007
	intenzitásnál					
Monocularis.	0.897	0.785	0.650	0.494	0.339	0.23
Binocularis nézésnél a látás élessége	0.936	0.812	0.673	0.487	0.384	0.271

Ugyancsak, mint H. Cohn, 1883-ban végzett ilyen vizsgálatokat Charpentier, a ki azonban a fény csökkentését episcotisterrel végezte (míg H. Cohn a sötét lemezek fényelnyelését állapította meg azzal). A fényelnyelési sorozat csak szűk határok közt mozog, a mennyiben $\frac{2}{3}$ -tól $\frac{1}{36}$ -ig terjed.

Vizsgálatait négy világos napon végezte ugyanazon nap szakában. Ő is nevezetes egyéni különbségeket talált: teljes világításnál a szoba-objectum (fekete négyyszögek fehér lapon) 3.3 és 2.49 m. között váltakozva volt felismerhető. A felismerési távolságok és az intenzitás közt biztos arányt tud $1 - \frac{4}{36}$ -ig kimutatni, ellenben ezentúl egészen 3-ig a távolságok rohamosan és aránytalanul csökkennek. Lámpafénynél az arány állandóbb.

Beható és alapos tárgyalás alá vette a látás élessége és a világítás közötti összefüggést Uhthoff¹ 1886-ban, a ki a berlini physikai intézet 21 m.-es folyosóján esténként kísérletezett; e folyosónak csak egy ablaka volt s ez is el volt takarva fekete függönnyel. Igaz, hogy a falak bőven verhettek vissza annyi fényt, a mennyi, mint majd látni fogjuk, 0.0015 látási élességet megenged. (Snellen: D = 60, d = 0.09 m., *vagyis a legnagyobb betű 9 cm.-ről*.) Fényforrás gyanánt egy 4Ngy fényerejű kicsiny, egyenletesen égő lámpa (petroleum) szolgált, a mely kis kéményszerű, de felül fedett (honnan kapott levegőt?) bádogsőben helyzetetett el, melynek csak előfelé

¹⁻² Uhthoff. Über das Abhängigkeitsverhältniss der Sehschärfe von der Beleuchtungsintensität. Grafe's Archiv XXXII., 1. 1886. 171 és köv., valamint Weitere Untersuchungen über die Abhäng. der Sehschärfe von der Intensität, sowie von der Wellenlänge im Spectrum. Grafe's Archiv XXXVI., 1890. 33. és köv.

volt kivágása, úgy hogy a világosság csak errefelé terjedhetett és csak a próbaalakokat érhetette. Először a próbaalakok közvetlen közelébe helyezte a lámpát, úgy hogy azok lehető élesen voltak megvilágítva, majd pedig mindig távolabb vitte a lámpát a 21 m. hosszú folyosón s úgy állapította meg a

$V = \frac{d}{D}$ értékét. A még ezentúl szükségessé vált csökkentését a fénynek szűrke lemezekkel érte el, melyeket a lámpa elé helyezett: a lemezek utólagosan megvizsgáltattak fényelnyelési képességükre nézve.

Vizsgálatainak célja az volt, hogy az eddigi adatokat újakkal ellenőrizze, azok zavaros tömegébe lehetőleg rendszert vigyen és hogy tanulmányozza igen tág határok között, tehát csupán élettani alapon az összefüggést a látási élesség és a világítás között. Nagyon szépek azok a vizsgálatok, melyeket *egyszínű* fényben végzett, ezek azonban a jelenlegi tételre nem vonatkoznak. Ha az intenzitás legalacsonyabb határát egynek vesszük, akkor 3.600.000 intenzitásnál érte el kísérleti sorozatában fehér fényre a maximumot.

(Az intenzitás egysége $1 = \frac{1}{36}$ M. Gy.)

Első sorban tehát az érdekel, hogy mennyi intenzitásnál (1 N. Gy. 6 m. távoból) maradt meg a jó nappali megvilágításnál elért látási élesség? Erre azonban nem kapok Uhthofftól feleletet, a mennyiben a nappali megvilágításnál elért illetőleg kimutatott látási élesség felemlítve nincs. A vizsgált öt egyén kezdeti látási élessége 1'77-től 2'03-ig változik a maximális megvilágítás mellett és pedig 3600 intenzitásnál. Ez (azt hiszem, 100 N. Gy.-t ez 1 m.-ről), átlagban $V = 0'984$, $I = 87'65$ egység. A következő táblázatban a kezdeti látási élesség alá irom balra a magasabb intenzitást és látási élességet, jobbra pedig az alacsonyabbat, mely legközelebb van az egységhez.

1		2		3		4		5	
2'03		2'0		1'92		1'90		1'77	
36	15	36	15	36	14'5	144	36	400	144
1'05	0'85	1'14	0'93	1'03	0'82	1'24	0'89	1'32	0'57

Az első háromnál 36 I vagyis 1 N. Gy. 1 m. távoból a Snellen-féle egységhez közel vitte a V-t (valamivel magasabb értéket ad), a második csoport azonban (4—5) ide már be nem illeszthető.

A vakító fényben előálló csökkenését a látási élességnek Uhthoff azért nem mutatta ki, mert nem rendelkezett ilyen fényforrással, azt azonban ki mondja, hogy *Aubert*-nek véleménye szerint igaza van, hogy bizonyos határon túl a látási élesség már nem növekszik, bárhogy fokozzuk is a megvilágítást, sőt hogy valószínű a nagy fény vakító hatása. A kezdeti viszonylatok a következők:

	1		2		3		4		5	
J	3600	1175	3600	1175	3600	1175	3600	1175	3600	1175
V	2'03	1'70	2'0	2'0	1'92	1'92	1'90	1'87	1'77	1'77

később, vagyis kisebb megvilágítás mellett :

V	36	15	6	1 5	0·6	0·1
	intensitásnál					
1	1·05	0·85	0·68	0·33	0·15	0·07
2	1·14	0·93	0·74	0·34	0·21	0·074
3	1·03	—	—	—	—	0·06
4	0·89	0·70	0·56	0·3	0·12	0·061
5	0·36	0·22	0·17	0·1	0·08	0·063

Uhthoffnak e vizsgálatai nem is olyan tanulságosak és eredménydúsak, mint a rendkívüli pontossággal beállított látásélességmérések színes, inkább mondjam, egyszínű fényben. Ezek a vizsgálatai is kiderítettek különben annyit, hogy a felvett görbék egymáshoz rendkívül hasonlóak, egyes szakaszaikban azonban lényegesen eltérnek egymástól: alacsony megvilágítás értékeinél a látási élesség aránytalanul gyorsan növekszik, ellenben a megvilágítás bizonyos fokát túlhaladva, már a növekedés lassúbb, míg bizonyos maximumon túl az egyáltalán megszűnik. Mennyiségtani formulában azonban e viszonyt öntenie nem sikerült.

Tscherning *Optique physiologique*-jának 1898-as kiadásában a 261. lapon Druaultnak táblázatát lehet olvasni; ennek eredetét azonban teljes homály fedi.¹ Tscherning a szűk irodalom rovatában nem említi Druault értekezését s így én azt fel nem kutathattam; a rendelkezésemre álló irodalomban pedig meg nem találtam. Ugy látszik, Druault vizsgálatait épen úgy végezte, mint Uhthoff, a mennyiben a fényforrást közelítette a látáspróbákhoz (egy 22 mm. átmérőjű stearyngyertyát) s megállapította, hogy mikor lát egy sorral többet. Sorozata a következő (a megvilágítás egysége = 1 gy. 1 m.-ről):

Megvilágítás	V
0·016	0·075
0·020	0·15
0·028	0·21
0·047	0·30
0·12	0·37
0·25	0·50
0·67	0·75
1·50	1·0
16·7	1·25
5400	1·50

Ha ezt a táblázatot átszámítjuk a minimum-egységre, mint kiindulási pontra (megvilágítás egysége 0·016 gy. — látásélesség egysége ennél a fény-nél 0·075), akkor:

1·25 megvilágításnál	V = 2
1·75 "	V = 2·8
2·94 "	V = 4·0

¹ Szóbeli közlés alapján tudom, hogy ezek másutt nem közölt, de a Sorbonne laboratóriumában megfigyelt adatok.

7.5	megvilágításnál	$V = 5.0$
15.6	"	$V = 6.66$
42	"	$V = 10$
94	"	$V = 13.33$
100	"	$V = 16.6$
33750	"	$V = 20.0$

Látnivaló, hogy ez a sorozat arányos összefüggést nem mutat, nem mutat semilyen szűk határok között sem.

Itt emlitem meg, hogy *Helmholtz*¹ is tárgyalja a kérdést, de csak nagyon általánosan: idézi Tóbiás Mayert, Nicatit Macé de Lepinayvel és főleg Uhthoffot, a kinek főleg azon érdemét mutatja ki, hogy megállapította a látás élességének szabályokba nem foglalható ingadozását különböző fényerősség és különböző hullámhossz mellett. Igaz, hogy a szög értékének

az egyik észlelőnél a másik észlelőnél

maximuma . . .	56.5	66.9 a vörös színre
minimuma . . .	53.2	63.4 a zöld „

vonatkozott.

*Berry*² készülékével próbabetűket lehet olvastatni, a melyek elé egy fekete tusoldattal megtöltött üveghasáb tolható. A vizsgálat csak összehasonlításon alapszik, a mennyiben a vizsgáló maga beletekint, megállapítja, hogy mennyire szabad saját szeméihez viszonyítva elsötétítenie a látóteret s azután néz bele a megvizsgálandó. A prizmának további elfordítása az egész látóteret még sötétebbé teszi, a világítás csökkentése leolvasható a mértékléczen.¹

A szürke lemezek alkalmazásánál, úgy a hogy azt H. Cohn és Schnabel tették, a betűk minden lemez betolása után kevesebb fényt vertek vissza, tehát feketébbeknek látszottak, egyben azonban az az alap, melyen nyomtatva vannak, szintén elsötétül, végül pedig a betűk eltűnnek, mert semmi fény sem hagyja el őket, s összeolvadnak az alappal.

Ez a gondolat arra birta *Seggel*-t, hogy 3 árnyalatú, tapasztalati úton megállapított fényelnyelésű szürke papíron nyomtatott Snellen-féle próbatáblákat, melyekkel a különítés legalsó határát akarta megállapítani, illetőleg farkas-sötétség esetében ennek a határnak magasabb értékét akarta kimutatni. Ez utóbbi cél, mint Landolt mondja, sikerült is neki, de az előbbienit el nem érte.

Ilyen sűrű vonalakkal kihúzott táblákat készítettett *Albertotti* is, kiről már fentebb megemlékeztem; ujabban a de Wecker-Masselon-féle táblákhoz s van ilyen sorozat, az alap változtatásával csatolva.

Singer (a Brucinról, Graefe's Archiv, 50 k. 665. lap) 110—16-os villamlámpával tökéletesítette a Förster-féle photometer berendezését, minden megjegyzés nélkül, a mi a lámpa fényerejének egyenlőtlenségére, a világításának alászállására vonatkozhatnék.

Legközelebb áll a Szemészet 1904. II-ik számában leírt universal-examinatorhoz v. *Hippel* bádogszekrénye, a ki 1871-ben demonstrált Heidelbergben egy

¹ *Helmholtz*. Physiologische Optik. II. kiadás 1896. pag. 425.

² Ezen a prisma fordításán alapszik Reymond lucerni Appareil simple-je is (X-ème Congr. internat de Lucerne. 1904.)

³ Azokat személyesen küldte meg nekem, magyarázó olasz levél kíséretében. alásan köszönöm itt is.

photometert, melynek belsejében egy lámpa ég; ennek magassága ellenőrizhető, a megvilágítást egy vájt tükör vetíti előre és pedig két domború lencsén keresztül; a lencsákat tartó hengereső elülső részébe tejüveglemezek vannak beleillesztve, melyek a fényt egyenletesen megsűrítik. Ezek elé helyezhetünk fekete pléhlemezeket, melyekből Snellen-féle betűk vannak kimetszve. Az eljárást v. Hippel úgy szabja meg, hogy a látásélességét nappali fénynél megállapítjuk, majd 10 perczig a sötétbe szokik a szem, azután 6 tejüveg közbeiktatásával nézetjük a vizsgálandóval a betűket 6 m. távolról, tehát ugyanazokat a betűket, melyek a természetes világosság melletti látási élességnek megfelelnek. Ennyi megvilágítás mellett, (6 lemezen átszűrt fényben) az ő fényforrását használva annyit kell látnia a rendes fényérzésű szemnek, mint nappali megvilágításnál. A csökkenés mértékét az adja meg, hogy vajjon hány tejüveglemez távolítandó el addig, míg a *természetes megvilágításnál* (mennyi Hefner ez?) elért látási élesség mutatható ki.

IV.

Mikor a látás élessége és a mindenkori megvilágítás közötti összefüggést tanulmányoztam, ugyanazt az utat követtem, melyen előttem 30 évvel v. Hippel, Schmidt-Rimpler és leginkább H. Cohn haladtak. Én is, mint ők, úgy véltem, hogy a kérdés legpontosabban akkor tanulmányozható, ha a lehetőleg egyenletes és megbízható fényforrás által szolgáltatott fényt üveglemezek segítségével tompítom, mely lemezek a fénynek egy bizonyos meghatározott vagy legalább elvileg meghatározható részét nyelik el.

Távol áll tőlem, hogy ez eljárást mint új eljárást akarjam feltüntetni; a mire azonban, azt hiszem, teljes joggal hivatkozhatom, az abban áll, hogy a lehető legnagyobb pontosságra törekedtem, bár az abszolút pontosság elérése elé majdnem elháríthatatlan akadályok gördültek.

A mint alább alkalmam lesz kifejtetni, az üveglemezek a fényt különböző arányban nyelik el; ez az arány pedig nemcsak azok vastagságától függ, nemcsak attól függ, hogy milyen gyárból származnak, ez az arány még akkor is sokban elüt egymástól, ha egy gyárból származnak, ha egyforma vastagok, sőt ha egy és ugyanazon nagy lemeznek képezik lemetezett részeit. Hogy ugyanazon gyárnak és pedig megbízható gyárnak (Ratenow), ugyanegy fajtájú, azonos elnevezésű, egyforma számot viselő gyártmányai között a fény elnyelésére nézve 10—20%-nyi különbséget lehet találni: ezt sokáig nem birtam megérteni, később azonban H. Cohn-nak második, e tárggyal foglalkozó értekezésében foglalt egy megjegyzése felvilágosított arról, hogy „teljesen egyforma” két üveglemez nem létezik, már a mi az absorptiót illeti, úgy annyira, hogy a használatba, illetőleg számításba vett üveglemezek mindegyike külön-külön photometrálandó s csak a külön-külön nyert értékeket szabad biztosan tudottaknak felvennünk.

De a *felületi fényesség* megállapítása is, — a mely fénymérők, photometerek segítségével történik — rendkívüli nehézségekbe ütközik. A különböző

szerkezetű műszerek e tekintetben csak bizonyos határok között nyújtanak megbízható eredményt. De a legjobb akarat mellett is, ugyanazon lemeznek, ugyanazon észlelő által, ugyanazon készülék segélyével több ízben történt photometrálas eredményéből, csak a középérték vehető, mert ezek is jócskán eltérhetnek egymástól. Ha azonban különböző szerkezetű készülékekkel vizsgáljuk meg ugyanazt a lemezt, az eredmények még kevésbé lesznek egyezők. De óriási eltéréseket kapunk, ha különböző észlelők, különböző — egyforma vastag, egyforma fajtájú s megnevezésű és ugyanazon gyárból származó lemezeknek más-más példányát méri meg a fényelnyelés szempontjából különböző szerkezetű készülékeken. Ezeket a nehézségeket növeli még az a körülmény, hogy nagyobb tompításnál (2 mm. csontlemez 5—8 példányán át) a legtökéletesebb eszköznek, (a Lummer-Brodhun gyűrűs fejnek) berendezése olyan, hogy a színek különbsége miatt a határok eltünése, tehát a kétoldalt elhelyezett világítás egyensúlya úgyszólván sohasem áll elő. A míg a kétoldali világítás egyszínű, a míg a kettő között nagy különbség van, — a mennyiben a mérendő a mérő-egység sokszorosa — addig a L.-Br.-féle fénymérő abszolút biztossággal dolgozik. Ha azonban a megállapítandó világítás az egységnek csak kis töredéke, ha ennek a világításnak színe, vagy olyan színeződése van, mely a tompítás eredménye és a mely az egység színétől elütő, szóval mikor a fejnek végtelen kis megmozdítása után már határozottan túl léptünk az egyensúlyt jelölő helyzeten, ezekben az esetekben a fénymérés alig mondható tapogatózásnál egyébnek. Kétségtelen, hogy ez utóbbi esetben durva hiba is csúszhat bele az észlelésbe: az is bizonyos azonban, hogy a mérések ismételése, valamint a gyakorlat segélyével lehetséges ezeket a hibákat valamennyire kevesbiteni.

De egyáltalán, a fénymérés — a mennyiben két felület fényességét hasonlítja össze — alanyi észlelésen alapul, tehát rendkívüli fokban függ az észlelő érzékenységtől, figyelmességétől, testi-lelki állapotától, úgy hogy ha nem is emlékezünk meg a látóhártyának adaptatiojáról, mely más-más embernél rövidebb-hosszabb idő alatt fejeződik be, már megeléjük magyarázatát azoknak a fent említett különbségeknek. Ha ugyanazokat a lemezeket a Bunsen és a Lummer-Brodhun-féle photometerrel vizsgáljuk, ha az itt nyert eredményeket összehasonlítjuk a Glan-féle spectrophotometerrel talált értékekkel és néha-néha egyező eredményeket kapunk, ne bizzuk el magunkat s ne legyen örömünk határtalan, — ki vagyunk téve annak, hogy már a legközelebbi adatok, melyeket hasonló viszonyok között veszünk fel, végtelenül elütnek egymástól. Ilyen eltérések eleintén rendkívüli fokban elkeserítettek engem is; azokat vizsgálataim valóban tragikus végének tekintettem, úgy hogy kitaratásom mindjobban csüggedni kezdett. Később be kellett látnom, hogy impossibili nemo obligatur — a mi lehetetlen, az lehetetlen: de a középértékek azért mégis csak nyújtanak bizonyos fokú pontosságot.

Schulek professor még a Hefner v. Alteneck-féle amylacetat-egységet is megbizhatatlannak jelzé s nem lehet tagadni, hogy a szószeros értelmében Schuleknek ne volna igaza, igen ám, de ő is megmondja, hogy egyelőre nincsen jobb egységünk, mint ez a megbizhatatlan Hefner-lámpa, a mely maga is számos hiba forrása lehet. Ha pl. a vizsgálast úgy kell végeznünk, hogy a Hefnert is el kell mozdítanunk: mennyi időbe kerül s mily tökéletlenül megy végbe a vizsgálás, ha minden leolvasás előtt meg kell várni, míg a Hefner teljesen megnyugszik. Ilyen vizsgálatra csak a spectrophotometer kárhoztatott, azért sem fogadom el ezeket az eredményeket feltétlenül pontosaknak.

Nézzük most már a fényforrást, mely kísérleteimhez a világitást szolgáltatatta. Könnyen érthető, hogy ez a fényforrás, a *villamos világitás* maga is rendkívül sokban járulhat ahhoz, hogy az eredményeket megbízhatatlanokká tegye. Tudni való, hogy a villamos világitás, mint fényforrás, nagy változásoknak van alávetve, a mi a feszülés változását és az ezzel összefüggő világitó erő változandóságát illeti. Alább erről is bővebben fogok beszélni: itt szabad talán annyit megemlítenem, hogy Singer (Graefes Archiv LIII.) a Förster-féle „photometer“ állítólagos correctiojára villamos fényt használt, hogy a Brucin hatását jobban tanulmányozhassa és nem tartotta szükségesnek azt, hogy a villamos fény állandótlanságát szóba hozza, valamint azt is, hogy Staerkle 10 gyertyafényű villamos fénynyel kísérletezett Mellinger klinikájának laboratoriumában, hogy a fény, illetőleg színek elnyelését tanulmányozza üvegeken keresztül (1904. junius Knapp-Schweiger Archivuma). Staerkle megemlíti, hogy ezt a világitást a legnagyobb gondossággal állította elő, de még helyesebb lett volna, ha megmondta volna, hogy hogyan. Így kételyeink lehetnek e felől mindaddig, a míg nem tudjuk, hogy a 10 gyertyafényt kitevő világitást sok, igen kicsiny izzó test szolgáltatatta — a melyek mindegyike erre a fényszolgáltatásra nézve ki lett próbálva — a míg nem tudjuk, hogy beiktatott Rheostat mérte az áram feszültségét, a míg nem tudjuk, hogy a lámpácskák összeadott Volt-értéke éppen egyenlő volt az áram feszültségével, a mely feszültség azonban változhat, mikor is egy vagy több kis izzótest kapcsolandó ki.

De még ezeknek tudása után sem oszlik el minden kételyem: a villamos áram szolgáltatatta megvilágitás még ezeknek az elővigyázati szabályoknak a betartása után sem feltétlenül egyenletes. A lámpácskák felmelegednek, világitó erejükből égés közben veszítenek. Ez eleintén alig mutatható ki, később azonban már szabad szemmel is észrevehető: az üveg megsűrűkül. De ha a városi áramot használjuk, akkor a világitás nevezetes ingadozásokat mutathat a miatt is, hogy mások mennyire fogyasztják az áramot, — délelőtt nagyobb a feszültség, mint este, — bár az áramszolgáltatás este jóval fokozottabb, viszont azonban a fogyasztás óriási fokban nagyobb. Bizonyos tehát, hogy éppen olyan méréseknél, melyek azt vannak hivatva eldönteni, hogy különböző közegek mily mértékben nyelik el a fényt akkor, ha a két fényforrás különböző jellegű, — (Hefner pl. és villamos fény) akkor a villamos fénynyel csak távolról megközelítő pontosság érhető el.

Látnivaló tehát, hogy a villamos fény absolute pontos eredmények elérésére egyáltalán nem alkalmas vagy pedig csak akkor, ha a közbe gördülő nehézségeket leküzdjük. Még ha nincs egyébről szó, mint annak a viszonyoknak relativ megállapításáról, a melyben a látás élessége a felület fényességével áll, — vagy pontosabban, ha csak annak a viszonyoknak egyáltalában való felderítéséről van szó, a melyben a felületi fényesség különböző foka mellett különböző nagyságú, vizsgálásra szolgáló jel ismertetik fel, — a mi pedig kb. a látásélesség értékének felel meg, — akkor ez a viszonylat ilyen relativ érték-számokban villamos fény alkalmazásával is elég megbízhatóan állapítható meg, feltéve hogy elég világitó erőt alkalmazunk s feltéve, hogy pontosan meghatározott fényelnyelő lemez áll kellő számban rendelkezésünkre. Ezeket a lemezeket egyforma absorbeáló képességükre nézve ki is kell külön-külön próbálnunk; az még nem dönt, hogy látszólag egyforma színűek, sem az nem dönt, hogy durván megállapítva egyforma vastagok.

Ha azonban arról van szó, hogy fényelnyelési kitevőre nézve vizsgáljunk pl. lemezeket, — lehetőleg el kell állanunk a villamos fénytől. — Ilyen

vizsgálatoknál mindkét oldalon egyforma jellegű fényforrást kellene alkalmazni. Ha az egyik oldalon az egység kedvéért amylacetat fényt használunk, a másik oldalra ugyancsak Hefner-lámpát kell felállítanunk; — hogy a vizsgálat tartama alatt mind a kettőt gondosan meg kell figyelniük, vajjon egyenletesen, egyformán és nyugodtan égne-e, hogy a correctiós táblázat adatait hozzá kell számítanunk a talált eredményhez, az igen természetes és bővebb megokolást nem igényel. Már a Lummer-Brodhun-féle photometer nagy alakú feje elég érzékeny ahhoz, hogy a két fényforrás közötti különbség kimutatható legyen.

A kísérleti berendezés tehát vagy úgy állítandó össze, hogy mind a két oldalra gondosan beállított és állandóan megfigyelt Hefner-lámpát kell elhelyeznünk. Ha ilyenkor pl. egy 3 meter hosszúságú padon az egyensúlyos helyzet 150 cm.-ben van, akkor a vizsgálat fényelnyelő lemezek közbe tolásával, nyugodtan folytatható. Sajnosan tapasztaltam azonban, hogy már az első lemez közbeiktatása után óriási — kb. 90%-ot kitevő — tompítása állott elő a fénynek, — úgy hogy a fénymérő ($H=0$ ill. 300) 228 cm.-re volt kitolandó.

$$I:I' = 228^2:72^2 = 51984:5144 = 10:1.$$

Ha még egy másik, épen ilyen lemezt tettem volna közbe, akkor, ha annak fényelnyelése szintén 90%-ra rúgott volna, az arány ilyen lett volna:

$$I:I' = 272^2:27^2 = 74375:4:745:3 = 100:1.$$

Tovább folytatni már azért sem lehet — mert a Lummer-Brodhun-fej — legalább is a 3 meter hosszú padon, — nem „hord“ olyan távolságra, hogy $0\cdot001 H$ pro m^2 felületi fényesség kimutatható volna. Megtehettük volna azt, hogy mérőléc segítségével a padot meghosszabbítjuk, — de még így is az 1:1000-hez arány kimutatása óriási nehézségekbe ütközött volna, a melyeket kikerülendő — azt az utat követtem, melyet H. Cohn jelölt meg nagy fényelnyelési %-ot felmutató lemezek photometrálására. Mellesleg legyen mondva, szürke lemezek színének összehasonlítása episcotister forgatása által nyert színnel még sem megbízható azok fényelnyelésének megállapítására. Hiszen az absorptió nem egyedül a lemez színétől hanem főleg az anyag molekuláris elrendeződésétől függ.

H. Cohn nagy arányban fényelnyelő lemezek mérésére azt ajánlja, hogy óriási fényenergiát szolgáltató forrásnak lemérése után, tegyük ez elé fényelnyelősükre megvizsgálandó lemezeket. A Hefner-lámpa helyére tehát nagy, előbb pontosan lemért fényerejű izzólámpát állítottam, — szembe vele egy hasonló lámpa került s ez utóbbi elé helyeztem azokat a lemezeket, melyek fényelnyelését tanulmányozni akartam. Ha pl. $65 H$ pro m^2 volt a felületi fényesség az első beállításnál, akkor még 1:1000 történt tompítás könnyű szerrel ki volt mutatható. Igaz, hogy ez csak a fénymérő gyűrűinek világítására vonatkozott: a padon még így is 290·8 cm.-re kellett a fénymérőt behoznom.

$$I:I' = 290\cdot8^2:9\cdot2^2 = 84,565:84\cdot6 = 1000:1.$$

Annyiban a vizsgálat már ennél a határnál megbízhatatlannak mondható, hogy a legcsekélyebb kimozdulásnál már a fényvédő szárnyak sérülésétől lehet félni.

Megtettük azonban azt is és ez már kényelmesebb és pontosabb módszer volt, hogy az elsőhöz mindenben hasonló Examinatoromnak egy második példányát állítottuk a Hefner helyére: ez a módszer sem segített azonban máson, mint a gyűrűk fényességén; a fénymérő kitolt helyzete, valamint a színes különbség a gyűrűk között csak megmaradt. Ez a színes különbség bizony nagyban akadályozza a pontos beállítást, — még szembetűnőbb, illetve még zavaróbb, ha a fényforrások jellemileg különböznek.

Ez a berendezés annyiban is nagyon előnyösnek mondható, mert hiszen ez esetben csak relativ meghatározásokról volt szó, — az abszolút-Hefner-értékeket akár egyáltalában el lehetett volna hanyagolni. Azonfelül a hibák forrása mind a két oldalon azonos volt, a mennyiben a villámos áram okozta nehézségek — egyidőben — a két oldalon teljesen egyformáknak voltak tekinthetők. Alig képzelhető ugyanis, hogy ugyanazon időben, ugyanazon vezetékre iktatott két izzólámpa különbözően működjek, illetőleg, hogy a kettőjük között előzőleg megállapított arány ilyen rövid idő alatt hasonló körülmények között észrevehető változást szenvedjen.

Egyébként a villámos világítás, mint fényforrás, nagyon durva hibák okozója lehet. Takarékos égetésre szánt izzólámpák, — melyek tehát alacsonyabb feszültségre vannak szerkesztve, mint a milyen feszültség mellett használtatnak, — sokkal nagyobb tömegét a fényenergiának szabadítják fel, mintha olyan feszültségű áram mellett égne, mint a milyen a lámpák feszültsége. A lámpákat a legjobb gyárak is csak megközelítő pontossággal jelzik és pedig az adott feszültség mellett adják meg a lámpa világítóképességét, — azt pl. hogy egy bizonyos villamtest 105 V feszültség mellett 10 H gyertyafényt ad. Ha azonban a feszültség — ebben az egy konkrét esetben — alacsonyabb, mint 105 V — a minnek oka lehet az áramfogyasztásban előálló aránytalanság, — elvezetés a falak felé stb. — akkor a fényerő sokkal alacsonyabb lesz, mint a mit a jelzés mutat (10 H). Ellenben, ha az áram feszültsége nagyobb, mint a milyenre a villámos izzó test szerkesztve van, — ez pedig 105 V testnél és 110 V városi áramnál igen gyakori, mert itt az áram 107—108 V között szokott ingadozni — akkor bizony az állítólag 10 H fényt adó lámpa 16—22 H fényt is szolgáltathat. Ez az óriási különbség onnan ered, hogy a feszültségben egy-egy Voltnyi eltérés már egy, kezdetben aránylag igen kicsiny kitevőnek 6-dik, sőt 8-dik hatványával is változtatja a fényerőt.

De nagy nehézségek tornyosulnak a vizsgálat elé az által is, hogy az izzó testek égés közben óriási módon felmelegednek s így kevesebb fényenergiát szolgáltatnak. De a nagy meleg el is pattanthatja a kis izzólámpa üvegburkolatát, — és elégeti a szénfonalat. Egy ilyen kísérlet, melyet kéresemre Rösényi fővegyész úr végezett a fő- és székvárosi élelmiszervizsgáló és vegyészeti intézetben — a mely intézet az osztrák légszesztársulat által szolgáltatott gáznak ellenőrzését végezi, hogy vajjon a szolgáltatott gáz vegyileg és fénytaniilag megfelel-e azoknak a feltételeknek, melyeket a szerződés megkövetel — és a mely intézetben erre a célra pompásan berendezett fénymérő terem van, — a következő eredménnyel járt:

Állítólag 105 V feszültségű és 10 gyertyafényt szolgáltató kis izzólámpa, Edison-mignon-foglalatban, homályos, gyertyaalakú (melyet a Ganz és Társa budapesti céég városi raktárában vettem 1 korona 10 fillérért,) 1904 április 24-dikén került megfigyelés alá. Eleinte 20.5 H volt a fénye, ez 24 órai

állandó égetés után alászállott 16 H-re majd pedig a 60. és 70-ik égetési óra között égni megszűnt, — a szénfonál kiégett. Egyéb adat a közbeneső időre nézve hiányzik.

Ezeket az említettem nehézségeket úgy gondoltam legyőzhetni, — hogy legalább akkor, a mikor abszolút Hefner-érték megállapításáról volt szó, arról t. i., hogy mennyi H mellett ismer fel valaki bizonyos távolságról bizonyos nagyságú látási jeleket, melyek a látóhártyán $\alpha = 1'$ -nyi szög alatt jelentkeznek, — hogy ilyenkor csak olyan izzólámpácskákat használtam a vizsgáláshoz, melyek előzőleg pontosan photometrálnak lettek. Sokszor a látásélesség megállapításának egy-egy sorozatához, — 25—30 vizsgálathoz egy és ugyanazon összeállítását a lemerített fényt szolgáltatató izzólámpáknak használtam fel, — máskor az újonnan beállított és lephotometrált izzólámpácskák által adott fényerő annyira megegyezett egy előbbeni összeállítással, hogy az előbbeni vizsgálatokhoz készített táblázat az utóbbi sorozat kiszámítására is fel volt használható.

A Nernst-féle lámpákat csak a vizsgálatok utolsó szakában ajánlották nekem, — ezek sokkal kedvezőbb viszonyok közé juttattak — a mi az égés egyenletességét és a fényerő változatlanságát illeti, úgy annyira, hogy az ezek által adott eredményeket sokkal megbízhatóbbaknak kell jeleznem. Ez az oka annak is, hogy bár itt az összeállításban, mint alább látni fogjuk, a felület megvilágítása csak 66%-nyira egyenletes — mégis ezt levonásba véve az átlagra, a Nernst-lámpákkal végzett vizsgálatok valószínűleg legjobban megközelítik a valóságot.

Aránylag megfelelően működtek azok a kis izzólámpák is, melyet tíz gyertyafénynyel és 110 V feszültséggel a Ganz és Társa cég készítettett számomra. (Egger.)

Alább azzal a kérdéssel is bővebben fogok foglalkozni, hogy a fényforrás által okozott nehézségek olyan vizsgálatoknál, melyeknél a látóhártya adaptatioja is szerepet játszik — kevés fontossággal bírnak. A látóhártya adaptatioja ugyanis a látásélesség értékében 100—200%-nyi változást is okozhat (0.1 kezdetben, 3 perc múlva 0.2, teljes adaptationál 0.3 stb.) De a vizsgálás berendezése is olyan, hogy a kiindulási értéknél mutatkozó 10—20%-nyi különbségek nem játszhatnak szerepet, a mennyiben az elnyelési százalék 10—16-dik hatványának értékei a két, valamennyire különböző kezdeti értékeknek oly kevésbé térnek el egymástól, hogy matematikai szigorúsággal és pontossággal azok megegyezőnek vehetők fel.

De egyébként is, a vizsgálandó egyén subjectív észlelési képessége annyi kiszámíthatatlan és le nem mérhető tényezőtől függ (intelligentiája, testének nyugalma, ideges befolyások stb.), hogy az a hibaforrás, melyet fent a villamos fényben ismertettem, úgyszólván elhanyagolható.

Hiszen, ha például azt az esetet vesszük fel, hogy az A combinatio szerint a középső quadrans felületi fényessége 70.5 H pro m², — a mely érték direkt lemeréssel lett megállapítva — (ezt az értéket már akképen kapjuk, ha az eredeti fényerőnek 90%-át az első csontlemez fényelnyelése miatt, — a maradék 70%-át pedig a betűket tartalmazó vászon- vagy papirtekercs fényelnyelése miatt levonásba vesszük —), de a B combinatio szerint ugyanezen érték éppen így megállapítva csak 56.5 H pro m² (ez körülbelül a két véglet). Akkor még a középső quadrans értékéből az átlagértékre (Nernst-lámpáknál) 33%-ot kell leszámítanunk, — elvész továbbá 21.6% a tükör

reflexioja miatt, — úgy hogy az A combinationál $3\frac{1}{2}$ H pro m^2 , a B combinationál 30 H pro m^2 a kiindulásúl szolgáló érték. Ha már most olyan lemezeket állítok egymásutánba, melyek a fényerő 56%-át eresztik át, 44%-át pedig elnyelik, akkor

a	II. lemeznél ¹	az A combinatióban	20·7,	a B combinatióban	16·8
III.	"	"	11·6,	"	9·4
IV.	"	"	6·5,	"	5·3
V.	"	"	3·6,	"	2·95
VI.	"	"	2·0,	"	1·65
VII.	"	"	1·15,	"	0·92
VIII.	"	"	0·6,	"	0·52
IX.	"	"	0·36,	"	0·29
X.	"	"	0·2,	"	0·16
XI.	"	"	0·11,	"	0·09
XII.	"	"	0·06,	"	0·05
XIII.	"	"	0·036,	"	0·029

a felület fényessége H pro m^2 -ben. Vagyis XIII. lemeznél átlagosan még 10'-nyi látási szög mellett van tárgylátás ($V = 0·1$) vagyis felismerünk 7621·2 mm^2 területű alakot, jelet, betűt (Snellen tábláin, pro $d = 6$ m., a nagy E betű), hogy itt a felület világítása 0·036 H pro m^2 vagy 0·029 H pro m^2 — ez azt hiszem, világos, hogy fontossággal nem bírhat. Az alapértékek — 2350 H és 1883·3 H közti különbség 466·7 H; — 0·1 V-hoz XIII. csontlemez tompítása után szükségelt felületi világításnál a különbség $0·036 - 0·029 = 0·007$ H pro m^2 vagy $0·007$ h pro $mm^2 = 7$ ezredrész mikrohefner pro mm^2 . Ez a különbség még a vizsgálási jel 7621·2 mm^2 -nyi területénél sem több $274·4 - 221 = 53·4$ milliméter-mikrohefner felületi világításnál, a mi körülbelül egyenlő 0·5 Hefnercentiméter felületi világítással. Kétségtelen tehát, hogy ilyen tompításnál még a maximális és a minimális fényerő közötti különbség is elenyészik, — az számításon kívül kell, hogy essék, különösen, ha azokat az óriási különbségeket figyelembe vesszük, a mely rendes alkotású, rendes látású szemek látási élessége között ép állapotban kimutatható.

Az a csekély különbség, melyet fent számítás útján nyertünk — 0·007 h pro mm^2 még rajzban sem érzékeltethető — hiszen a 3-dik és a 4-dik csontlemez által szolgáltatott fénytompítás közti különbség 5·11 h pro mm^2 — hogyne lehetne ennek a 730-adrészét a 13-dik lemeznél már elhanyagolni.

Hogy azonban a relativ értékek megállapítása a legnagyobb pontossággal történhet a villamos fényvel, ahhoz alig fér kétség. Már pedig tanulmányomnak egyik főczélja éppen ezt a viszonylagos összefüggést kimutatni a látás élessége és a felület világítása között. Itt az abszolút értékszámok nem játszanak szerepet, — a kiindulási pont, illetve érték mellékes, — csak az a fontos, hogy bizonyos lemezek sorozatosan alkalmazva, milyen fokban tompítják a fényt, — hogy az előtte alkalmazott fénynek hány százalékát bocsátja át

¹ Az első lemez 90%-ot nyel el és ez már fent levonásba vétetett.

egy lemez és hány százalékát nyeli el. A 44%-os elnyelést mutató, 2·0 mm. vastag fehér csontlemezekre nézve tehát a következő sorozat állítható össze, ha a készülékben az alapállásra, legalább 20 cm-nyire a fényforrástól egy első (I) csontlemez bentlevőnek feltételeztetik:

Lemezek száma		Lemezek száma	
0	1.000,000	11	1699
1	560,000	12	951·2
2	313,000	13	532·7
3	175,600	14	298·3
4	98,350	15	167·0
5	55,070	16	93·6
6	30,840	17	52·4
7	17,270	18	29·3
8	9,672	19	16·4
9	5,416	20	9·2
10	3,033		

a mint ebből látszik, I + 20 lemez segélyével az eredeti, 1.000,000-nak felvett fényerő 9·2-re tompítható, tehát az Intensitás legalább is 1 : 100,000 között változtatható. Pontosán $1 : 109,035 = 9·2 : 1000,000$, mikor a két arány között, a végértékek elhanyagolása miatt 34⁰/₀₀₀-nyi különbség áll elő.

Ha ugyanis az I + 20 lemeznél „látható” fényenergiát 1-nek vesszszük, akkor

I + 19-nél	1·786	I + 9-nél	589·8
+ 18 „	3·19	+ 8 „	1,053
+ 17 „	5·697	+ 7 „	1,881
+ 16 „	10·17	+ 6 „	3,360
+ 15 „	18·17	+ 5 „	6,001
+ 14 „	32·45	+ 4 „	10,720
+ 13 „	57·96	+ 3 „	19,140
+ 12 „	103·5	+ 2 „	34,183
+ 11 „	184·9	+ 1 „	61,051
+ 10 „	330·2	+ 0 „	109,035

Világos, hogy ezek a határok között a „*külső*” pontosan kimutatható, az a határ, a melynél bizonyos, ismert nagyságú felületről a legalacsony értékű fényerő mellett *alakítás* áll elő; de a kezdő világítás (30—37 H pro m²) nem elég erős ahhoz, hogy a nagy fényességvakító hatására bekövetkező látási élesség csökkenése az esetek mindegyikében kimutatható lenne. Hogy ez a csökkenés rendszerint előáll, — hogy tehát ezt úgy kell tekintenünk, mint állandó tűneményt, — e felett nem lehet vitatkozni, — az én berendezéssel is ki lehet mutatni, ha az *első* csontlemez helyett halványszürke lemezt alkalmazunk, — az I. számút a ratenowi gyárból, — melynek fényelnyelése 37%.

Ha például bizonyos lámpaösszeállítás mellett a középső quadrans világító ereje a próbajeleket tartalmazó rajzvászonlap által okozott tompítás után

659 H pro m² (direkt mérés), akkor ilyen 37% elnyelést mutató lemezek közbeiktatása után

415.2 H	.	.	.	.	.	.	I lemezzel
261.6	"	.	.	.	.	.	II "
164.8	"	.	.	.	.	.	III "
104.8	"	.	.	.	.	.	IV "
66.0	"	.	.	.	.	.	V "

lesz a világító erő. Míg az előbb az első csontlemez 90%-kal tompítja a fényt, vagyis $659 - 593.1 = 65.9$ H m² marad utána, addig itt a 659 H pro m²-ből 66 H pro m² felületi világítás eléréséhez 5, azaz öt darab I. sz. szürke lemez volt szükséges. Ebből látható, hogy az első csontlemez helyett 1—5 szürke üveg alkalmazásával, majd később ez 5 lemeznek az (1) első csonttal való felcserélése segítségével, az Intenzitás 1:1.090,350 határok között változtatható.

Nem hallgathatom el azonban, hogy e módszer (a fényenergiának elnyelő lemezekkel való tompítása) éppen nem mondható tökéletesnek. Első pillanatra is sok hibáját fedezhetjük fel annak, melyek közül legelsőnek emlitem fel azt a tényt, hogy az átmenetek csak ugrásokban történnek; nem határozható meg minden pont — hanem csak hozzávetőleg a legközelebbi érték. Bizonyos, hogy az a módszer, mely a fényforrás távolításával éri el ugyanezt a célt, e szempontból sokkal tökéletesebb. Gondoltam is rá, hogy Examinatórom utolsó modelljét ilyen alakban készítettem el, mikor a hátulsó része 0.20 m.-től 4 m.-ig kihúzható s tetszés szerinti távolságban beállítható lett volna. Így a fényforrás 0.2—4 m. távolságok között lett volna közelíthető, avagy távolítható, miáltal az intenzitás $\frac{1}{16}$ -odtól 25-ig (1:400-ig) lett volna változtatható. Ez milliméteres beállítással elég pontosan megadta volna a minden látási élességhez tartozó intenzitás értékét, csak hogy a határok nagyon szűk területet vesznek közre; az 1:400-ig terjedő köz nagyon kicsiny ahhoz, hogy a látási élességet $2 = 0.05$ ($\alpha = 30'$ és $\alpha = 10'$) értékek között megállapíthassuk; ellenben a szükséges terület a hátsó rész kihúzásához így is 4 m.-t foglalt volna el. Ha még hozzá a vizsgálás tükrök nélkül végeztetnék, akkor (pro d = 6 m.) ehhez még 6 m. területre volna szükség és így a vizsgálat csak egy legalább 11 m. hosszú vagy széles teremben volna megejthető. De még fél-távolságra a tükrökben való vizsgáláshoz is legalább 8 m. hosszú vagy széles helyiség kellene. Azt nem is emlitem, hogy ezzel a kihúzó rendszerrel a készülék sokkal nehezkesebbé, sőt valóban irombává válnék.

Az első és második modellnél a fényforrás 15 cm.-től 25 cm.-ig, illetve 15 cm.-től 50 cm.-ig távolítható volt, mégis beszüntettem a fényenergiának ezt a szövevényes megállapítását. Beszüntettem pedig azért, mert egyes — egyedül a távolítás ilyen kis méretben nem felelt meg a célnak; ha pedig együtt alkalmaztam a távolítást és a fényelnyelő lemezeket, akkor nemcsak a fényforrás távolságát kellett számítanom a világító látáspróbáktól, hanem a fényforrás és a fényelnyelő lemezek közötti távolság is külön megítélés alá esett. Mert, mint alább bővebben alkalmam lesz kifejtetni, bizonyos tompító üvegeknél a fényenergia elnyelésére nagy hatással van az a távolság, a mely a fényforrás és a lemezek között van. Azt is meg lehetne kísérelni, hogy okát adjam annak a sajátságos tüneteknek, hogy bizonyos fajtája a tompító lemezeknek másként viselkedik a fényenergia irányában, ha egyedül alkalmaztatik és másként viselkedik akkor, ha többet magával tompítja a fényt,

valysis hogy épen a csontlemeznek első példánya óriási mértékben nyeli el a fényt (90%), míg a második és a többi példány már csak 44%-ban, — ez a százalékos arány is csak bizonyos határok között tekinthető állandónak és pedig ezek a határok a fényforrástól való távolságot írják körül.

Épen ezért szabadjon már itt is arra figyelmeztetnem, hogy az alábbi adatok mind úgy értelmezendők, hogy azok a második lemezre vonatkoznak: a készülék a maga első elnyelő lemezétől sohasem válhat meg. A fényelnyelés százalékat szintén úgy állapítottam meg, hogy a fényenergiának azt a részét vettem alapul, a mely már ezen első lemezen áthatolt; ez az első lemez tehát a százalékok kiszámításánál nem szerepel másként, mint az alapálláshoz, a kiindulási ponthoz szigorúan hozzátartozó tényező. Habár nagyon jól tudom, hogy ez a módszer, mely az üveglemezek fényelnyelő sajátságára támaszkodik, s így iparkodik a különböző látási élességértéket megengedő fényerőt beállítani — sokkal tökéletlenebb, mint az a módszer, hol a fényerő tompítása a fényforrás távolításával történik, — mégis az első módot kellett követnem s ebből a célból különböző üveglemezeknek különböző fényelnyelési sajátságát vizsgáltam, megállapítottam kisebb vagy nagyobb absorptiókoefficiensüket. Ezek közül első sorban a 2 mm. vastag fehér ú. n. *csontüveglemezek*-ről akarok beszámolni, a melyeknek fényelnyelési százaléka 44%-ot tesz ki. Ezek tehát a fényenergiának 56%-át bocsátják át; 1–20-ig terjedő sorozatnak teljes fényelnyelését feltüntető táblázatot fentebb már közöltem: e táblázat kiindulási pontja 1.000,000 fényegység volt. Azért választottam ily óriási számot, mert így a XX-dik tompító lemez után a területegység még mindig 9·2 fényességgel világít. Egy négyzetmeterben pedig 1.000,000 mm² van, így tehát 1 H pro m² = 1.000,000 H pro mm², ha már most 10⁻⁶ = 0·000001 H-nak azt a nevet akarom adni, hogy *mikrohefner* és h-val jejelem, akkor 1 H pro mm² = 1.000,000 h pro mm². Ha tehát a felületnek azt a világítását választom kiindulási pontnak, mikor a felület egy négyzetmeterje úgy világít, mintha helyén egy H állana, akkor eredetileg a négyzetmeter egy millió négyzetmillimeterének mindegyike egy mikrohefner (h) fényerőt küld szét. Kétségtelen, hogy ez nem geometriai pontosságú meghatározás, mert hiszen itt a vetítési síkot volna szabad csak számítani, — 1 m² terület már igazán nem pontszerű fényforrás, — igaz, hogy a H lámpa maga sem az és mégis ilyenek fogjuk fel. Már a pontszerűséghez közelebb áll a mm², a melyek mindegyike épen ez esetben 1 h fényelnyel világít. A fenti érték szerint, ilyen beállításnál, 1 H pro m² kiindulási pont után, XX. csontlemez-tompító hatása után 0·0000092 H pro m² = 9·2 h pro m² fényerő marad.

Ezt kiindulási pontul felhasználva, szabadjon néhány absorptiók vizsgálás eredményét itt felsorolnom.

Egy tejüveglemez, melynek vastagsága 2·2 mm. — elnyeli a fénynek 33%-át — ugyanilyen vastag tejlemez, ha egyik oldalát bevonjuk rajzvaszonnal, már 40% fényt nyel el. Ennek a rajzvaszonnak egy lemeze, a mely rajzvaszon halványkékesen áttűnő, a mint azt másoláshoz a mérnökök használják, szintén 40% fényt nyel el; a 2 mm. vastag csontüveglemez, mint már fentebb említettem, 44% arányban tompítja a fényt, ha azonban egyik oldalán bevonjuk ilyen rajzvaszonnal, 60%, ha mindkét oldalán bevonjuk ugyanazzal, 80% fényt nyel el.

A következő táblázat felvilágosítást nyújt arról, hogy 1.000,000 fényegységből a fenti tompító lemezek sorozatosan mennyi fényt bocsátanak át.

Elnyelési tényező	30 ^o /o	44 ^o /o	40 ^o /o	60 ^o /o	80 ^o /o
Lemezek száma	Tejüveg (2·2 mm.)	Csontüveg 2 ^o /o (2·0 mm.)	Egy oldalon bevont tejüveg	Csontüveg, egy oldalán rajzvá- szonnal bevonva	Csontüveg, két oldalán rajzvá- szonnal bevonva
I	1.000,000	1.000,000	1.000,000	1.000,000	1.000,000
I + 1	700,000	600,000	600,000	400,000	200,000
I + 2	490,000	313,600	360,000	160,000	40,000
I + 3	343,000	175,600	216,000	64,000	8,000
I + 4	240,100	98,350	129,600	25,600	1,600
I + 5	168,070	55,070	77,760	10,240	320
I + 6	117,649	30,840	46,656	4,096	64
I + 7	823,543	17,270	27,994	1,638	12·8
I + 8	57,448	9,672	16,796	655	2·56
I + 9	40,214	5,416	10,078	262	0·512
I + 10	28,150	3,033	6,047	104·8	0·1024
I + 11	19,705	1,699	3,628	42	0·02048
I + 12	13,794	951·2	2,177	16·8	0·0041
I + 13	9,656	532·7	1,306	6·7	0·00082
I + 14	6,759	298·3	784	2·5	0·000164
I + 15	4,731	167	470	1·0	0·0000328
I + 16	3,312	93·6	289	0·4	0·00000656
I + 17	2,318	52·4	173	0·16	0·000001312
I + 18	1,623	29·3	104	0·064	0·0000002624
I + 19	1,136	16·4	62	0·0256	0·00000005248
I + 20	795·2	9·2	37·2	0·01024	0·0000000105

E szerint:

I + 20 tejüveg tehát 1.000,000-ból átbocsát	795·1
I + 20 csontüveg 1.000,000-ból	9·2
I + 20 tejüveg, egy oldalán bevonva	37·2
I + 20 csontüveg egy oldalán bevonva	0·01
I + 20 csontüveg két oldalán bevonva	0·00000001

fényegységet bocsát át.

Ez az utóbbi adat tehát azt mutatja, hogy a fény tompítása $1:10^{-13}$ arányban is történhet.

A készülék olyan berendezése mellett, a hogyan én az használtam, erre az óriási tompításra egyáltalában nincsen szükségünk; ha azonban a 10×105 V Edison-mignon-izzólámpácska helyére, vagy a 3 lámpácskából álló csoport helyére vagy a Nernst-Adria-lámpa helyére nagy ívlámpát ten-nénk, mely pl. 33 cm. távolságban 1000 gyertyafénnyel égne, azaz 9000 m. gyertyafényt küldene a vele függélyes síkban szemben álló próbajeles-tekercsre, akkor még 12 ilyen kétszer bevont csontlemez tompító ereje mellett tárgylátásról lehetne beszélni.

A fentiekből az következne, hogy azoknak a vizsgálatoknak, melyek

ugyanazon egyén szemein ugyanazokkal a látáspróbákkal, ugyanabban a távolságban végeztetnek, de a mely vizsgálatokhoz különböző absorptiós lemezek szolgáltatják a letompított, lemért és kiszámított fénymennyiséget, hogy ezeknek a vizsgálatoknak lehetőleg egyező eredményre kellene vezetniök, olyan eredményekre, melyek egymástól épen nem vagy csak lényegtelenül térnek el. A mint azonban alább látni fogjuk, ez nem egészen így van, úgy hogy itt bizonyos más előttünk ismeretlen tényezőnek is szerepet kell juttatnunk, ha nem is beszélünk arról, hogy milyen nehéz minden látási élesség megállapításánál az adatatiót figyelembe venni.

Felsorolom itt még azokat az értékeket, melyeket mint absorptiós százalékokat különböző szürke lemezekről nyertem. Ezeket a szürke lemezeket a ratenowi gyár készítette rendelésemre; sajnálattal kell azonban feljegyeznem, hogy a gyár azt a kérésemet, hogy bizonyos árnyalatú, vagyis fényelnyelésű lemezt készítsen, nem teljesíthette. Azt is fel kell itt említenem, hogy a fényelnyelés százaléka bizonyos fokban megváltozik, ha a meghatározás akképen történik, hogy egy csontlemezt iktatunk — elsőnek — állandóan közbe. A következő adatokat az egyetemi physikai intézettől kaptam, a hol báró *Eötvös* Loránd professor úr ö excellentiája és *Klupáthy* Jenő dr. professor úr ellenőrzése alatt történt a photometrálas.

Fényelnyelés százalékokban vörös, zöld, kék és normál sárga sugarakra (0.582 μ).

A színes sáv szélessége.

$\Pi \frac{1}{3} (V+Z+K)$		Vörös 0.648—0.623	Zöld 0.530—0.520	Kék 0.472—0.469	Sárga 0.585—0.578
I.	27	21	29	32	42
II.	62	69	58	59	63
III.	74	76	69	76	77
IV.	74	68	75	80	81
V.	93.9	94.4	93.9	93.4	95
VIa.	98.2	99	97.4	98.1	98.4
VIb.	99.57	100	99.65	99.07	99.8
VIc.	99.74	100	99.62	99.6	99.9

Látni való, hogy a normál sárgától az I. és a IV. számú üvegek százalékvértékei feltűnően elütnek — esetleg jelzési vagy számítási hiba magyarázhatná ezt meg —, mert a többi II., III., V., VIa, VIb, VIc értékek azzal feltűnően megegyeznek. De a későbbi összehasonlítás is ezt a két értéket fogja legjobban módosítani.

Az I—II. jelzésű lemezek combinatioja számítás alapján 72%, direkt lemérés alapján 80%-ban állapított meg.

Ugyanezen lemezek Bunsen photometerével is megvizsgáltattak, mikor a következő értékeket szolgáltatták:

	I	II	III	IV	V	VIa	VIb	VIc
Glan	27	62	74	74	93.9	98.2	99.57	99.74
Bunsen	27	51	61	71	88	95.8	98.5	98.8
Eltérés	0	+11	+13	+3	+5.9	+2.4	+1.1	+0.9

A következő csoportosítás direkt leméretett (Bunsen), de ki is számítottatott!

	I + II	I + III	II + III	I + II + III
Számítás	64	72	81	86
Lemérés	68	75	80	86

Az első csontlemez fényelnyelési százalékát a Bunsen 86 %-ban adta (távolság nem jegyeztetett).

Ezek a vizsgálatok 1904. márcziusában végeztettek és ugyan e hó végén kaptam az eredményeket meg Klupathy tanár úrtól, a kinek e helyen is hálás köszönetet mondok ezért.

Mínthogy azonban a szürke lemezeket csakis más fényelnyelő lemezekkel kapcsolatban, és pedig legalább egy első csontlemez közbeiktatásával használhattam, feltétlenül szükségesnek találtam a fényméréses vizsgálatokat ezzel a módosítással előlről kezdeni. Ezeket a fényméréseket a fő- és székvárosi tápszervizsgáló és vegyészeti intézet fényesen berendezett laboratoriumában Balló igazgató úr kegyes beleegyezésével végeztem Rőzsényi Iván fővegyész úr személyes ellenőrzése és Jánossy Imre tanárjelölt úr szíves segédlete mellett.

Fentisztelt urak hálás köszönetemre és méltó elismerésemre joggal tarthatnak igényt, azért a kitartásukért és bizalmukért, melylyel a hosszadalmas és fáradságos vizsgálatok tartama alatt viseltettek: fogadják itt is hálás köszönetemet.

Ezek a vizsgálatok a felület fényenergiájának megállapítására vonatkoztak. Elsőbben is a közbeiktatott csontlemez felületi fényessége határozott meg, majd egy tetszés szerinti szürke lemezt toltunk e közé a módosított fényforrás és a fénymérő (Lummer-Brodhun, nagy fej, 3 m. hosszú pad) s így határoztuk meg azután a felület fényenergiáját H pro m²-ben. A vizsgálatok eredménye a következő:

				Elnyelési %
Pro 1	szürke lemez	(Nr. I)	. . . . .	40
" 2	"	"	. . . . .	67
" 3	"	"	. . . . .	80
" 1	"	(Nr. II)	. . . . .	66
" 2	"	"	. . . . .	81.6
" 3	"	"	. . . . .	91.4
" 1	"	(Nr. III)	. . . . .	75
" 2	"	"	. . . . .	93.9
" 3	"	"	. . . . .	97.9
" 1	"	(Nr. IV)	. . . . .	86.7
" 2	"	"	. . . . .	97.95
" 3	"	"	. . . . .	99.58
" 1	"	(Nr. V)	. . . . .	95.1
" 2	"	"	. . . . .	99.64
" 1	"	VI a	. . . . .	98.44
" 1	"	VI b	. . . . .	99.61
" 1	"	VI c	. . . . .	99.64

Ha már most az absorptiót (a') a következő képlet alapján számoljuk ki:

$$a' = \frac{1}{3} \left[a_I + \sqrt{a_{II}} + \sqrt[3]{a_{III}} \right]$$

a hol a_I jelenti egy lemez átbocsátóképességét
 a_{II} „ két „ együttes átbocsátóképességét
 a_{III} „ három „ „ „ „

és a' az illető lemezfajtának átlagos átbocsátóképességét: akkor megkapjuk azt a fényenergiát, mely az a' levonásával megmarad, azt, ami a lemez tulsó oldaláról felénk világít. Ennek természetesen a II. stb. számú szürke lemezekre is érvényesnek kell lennie.

Igy azután a következő értékekhez jutunk az N számú szürke lemezek fényátbocsátóképessége

Nr. I	56 ⁰ / ₀
„ II	41 ⁰ / ₀
„ III	26
„ IV	14.6
„ V	5.5
„ VI a	1.56
„ VI b	0.39
„ VI c	0.36

Azt is megvizsgáltuk, hogy vajjon ez az átbocsátási tényező állandó-e, vagy pedig változik a szerint, a mint közelebb vagy távolabb van a fényforráshoz.

Egyenként alkalmaztuk a lemezeket és pedig a II. modellben közvetlenül a tekercs előtt és azután 18 cm.-rel mögötte

a tekercs előtt	a tekercs mögött	Elülső közép- érték	az elülső és hátsó áll- ásban ta- lált közép- érték
II a 53.3	(53.3 — 4.5)	46 ⁰ / ₀	48 ⁰ / ₀
II b 40.4	(40.4 — 0)		
II c 50.6	(50.6 — 2.3)		
III a 33.2	(33.2 — 1.1)	30.8	31.3
III b 34.8	(34.8 — 1.6)		
III c 25.8	(25.8 — 0.4)		
IV a 20.5	(20.5 + 0.6)	19.07	19.13
IV b 14.9	(14.9 — 1.1)		
IV c 21.8	(21.8 + 1.9)		
V a 7.8	(7.8 — 0.82)	9.03	9.565
V b 11.33	(11.33 — 1.32)		

Látnivaló ezekből a vizsgálatokból, hogy egyforma vastag, ugyanazon gyárból beszerzett, ugyanolyan számú és fajtájú lemezek között sokkal de sokkal nagyobb a különbség, mint az a különbség, mely előáll akkor, ha a lemezeket különböző távolságban használjuk a fény tompítására.

Ugyancsak Ratenowban készítettem 12 egyforma vastag és egyforma nuance-lemezt, melyeknél minden okom volt egyforma absorptiós százalékot is feltételezni. Ezeknek megvizsgálása erre az eredményre vezetett:

Nr. I. a jellel	56.4
b „	58.1
c „	58.3

d jellel	58.5
e " "	61.6
f " "	62.2
g " "	62.3
h " "	63.8
i " "	64.1
j " "	67.1
k " "	69.8
l " "	72.5

a fény elnyelésének maximuma tehát 45.6%, minimuma 28.5%, középértékben pedig 37.1%. Ha azonban az a, j, k, l jelzett lemezeket kirekesztjük, akkor b—i-ig terjedő lemezre a maximum 41.9 — a minimum 36.2, a középérték pedig 40%.

Látható tehát ebből, hogy arra nem lehet számítani, hogy a gyár küldjön nekünk bizonyos absorptió % -ot felmutató lemezt: úgy látszik, ennek előállítása elé rendkívüli nehézségek gördülnek. A mindenkor absorptió % -ot mindenkor külön-külön kell lemezenként megállapítanunk, — s a céljainknak megfelelő lemezeket ilyen módon kell kiválasztanunk.

Ha már most a különböző mérések eredményeit összehasonlítjuk, akkor a következő, talán megközelítő pontosságú középértékeket kapjuk az absorptiora:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VIa.	VIb.	VIc.
Bunsen ---	27	62	74	74	93.9	98.2	99.57	99.74
Glan ---	27	51	61	71	88	95.8	98.5	98.8
Lummer-Brodhun ---	44	49	74	85.4	94.5	98.44	99.61	99.64
Lummer-Brodhun: középérték, mely független a limitált távolságtól ---	—	54	69.2	81.93	90.97	—	—	—
	33.6	54	70	78.03	91.84	97.38	99.23	99.39
és az átbocsátásra ---	66.4	46	30	21.97	8.16	2.68	0.77	0.61

Ezek azok az értékek, melyeket akkor vettem számításba, mikor ezekkel a lemezekkel tompítottam a fényt, hogy bizonyos egyén látásélességének a fényenergiával viszonyos változását kimutassam. Úgy látom, nem fog hiányozni olyan adat sem, mely bebizonyítja, hogy látásszervünk nem alkalmas arra, hogy — minden összehasonlítás nélkül, — objective meg tudja ítélni a fény energiáját, — legalább arra enged következtetni az az alább bebizonyítandó tény, hogy a különböző módon tompított fényenergiának egyformára kiszámított értékei nevezetes ingadozást mutatnak az ezen tompítások mellett elért látási élesség értékeihez viszonyítva: illetőleg, hogy ugyanannyi látási élességhez, különböző módon megejtve a vizsgálatot, — nevezetesen eltérő mennyiségű fényenergiára volt ugyanazon egyén ugyanazon szemén szükségünk.

Ha már most az úgynevezett csontlemezt vizsgáljuk ugyanezen szempontból, azt találjuk, hogy ez első lemezeivel a fénynek 10%-át bocsátja át és 90%-át nyeli el, — későbbi lemezei pedig, — bizonyos határok között —

meglehetősen állandóan 44⁰/₀-ot nyelnek el és 56⁰/₀-ot bocsátanak át. Ezek a vizsgálatok 2 mm. vastag csontlemezekre vonatkoztak.

Többször megismételt vizsgálatok kimutatták, hogy a csontlemez absorptiója függ a távolságtól, mely a csontlemez és a fényforrás között van.

Legyen a csontlemez

5 ctm.-re fényforrástól	absorptióra	átbocsátó képessége
	96·5	3·5
10	93	7 ⁰ / ₀
15	91	9 ⁰ / ₀
20	90	10
30	90	10
50	90	10
70	90	10
80	90·5	9·5
100	91·5	8·5

Látható ebből, hogy az első csontlemez absorptiója 0—20 cm távolságig a fényforrástól csökken — 20-tól 70 cm távolságok között állandóan 90⁰/₀ marad, — ezentúl azonban már ismét emelkedő hajlamot árul el. Hogy ez az emelkedés még nagyobb távolságokban eléri azt a magaslatot, mint a minőn az absorptiót a fényforrás közelében lenni láttuk, azt technikai okokból nem tudtam kimutatni.

Ugyanilyen szempontból vetettem vizsgálat alá a 2 mm. vastag tejüveg-lemezeket. Ezek az első lemezre nézve 70⁰/₀, a többi lemezre nézve 25⁰/₀ absorptiót mutattak. Ma tehát csak egy olyan sorozatot állítunk össze, melynél mint első tompító, akár egy csontlemez, akár egy tejüveglemez, mint a fényforráshoz tartozó tényező szerepel és csak azt a fényenergiát vesszük számításba, mely az első tompító lemezen már keresztülhaladt, akkor azt találjuk, hogy 100 egységnyi fényenergiából

a II lemez	75
a III „	56·25
a IV „	42·2
az V „	31·7
a VI „	23·77
a VII „	17·8
a VIII „	13·35 egységet bocsát

keresztül.

A tejüveg-lemezekre vonatkozó további vizsgálataim azt állapították meg, hogy azoknak fénytompító százaléka, a mennyiben 2 mm. vastag lemezekről volt szó s a fényenergia több lemezen bocsátott keresztül s az eredmény direkte olvastatott le, éppen 29·5⁰/₀. Ismét másik, 4 tagból álló sorozat már 38⁰/₀-ot adott ugyancsak a fény tompítására nézve: így ez a három érték közepesen 33⁰/₀-ra enged következtetni. Így az eredetileg 100 fényértéknek felvett alapállás után (1 első tej- vagy csontlemez beszámításával)

$$\text{a második lemez } \frac{2}{3} = 66\frac{2}{3} \% \text{-ot}$$

$$\text{a harmadik } \frac{4}{9} = 44\frac{4}{9} \%$$

gitása érdekében bizonyos arányban kisebbiteni kellett, nemkülönben levonásba kellett venni azt az értéket, a mennyiben a használt tükör a világító felület világításának csak egy bizonyos — esetemben 0.784-ed részét reflectálja — a hiányzó 0.216-ad részét pedig elnyeli.

De ezeket az abszolút H-értékeket az első 3 modell különböző lámpa-combinatioinál, nemkülönben a fényforrásnak transparens lemezből való különböző távolsága mellett is iparkodtam megállapítani, illetőleg megállapíttatni, a mi Klupáthy tanár úr szívessege folytán a következőkben sikerült:

A) I. modell (szűk ajtó; rövid számút; nyitott hátsó rész).

Egy kis izzólámpa, gyertyaalakú; $V 105 \times 10$ gy; a világító felület 232 cm^2 .

A fényforrás távolsága cm.-ekben	$H = \frac{1}{3} \sum h$	$\frac{H}{f}$	H pro cm^2
a 10	0.213	$9.2 \times 10^{-4} \text{ H cm}^2$	0.00092
b 17	0.115	4.9×10^{-4} „	0.00049
c 26	0.0662	2.4×10^{-4} „	0.00024

Az eltérés maximuma az észlelésnél:

a) állásban	b) állásban	c) állásban
11%	17%	17.5%

A fényenergia 1 h $= (10^{-6} \text{ H})$ volna a világító felszín mm^2 területéről $= 38.5 \text{ cm.}$ távolság mellett.

B) Ugyanaz a modell. Kis izzólámpa, gömbalakban; $105 \text{ V} \times 5 \text{ gy.}$

A fényforrás távolsága cm.-ekben	$H = \frac{1}{3} \sum h$	$\frac{H}{f}$	H pro cm^2
a 10	0.138	$5.9 \times 10^{-4} \text{ H cm}^2$	0.00059
b 17	0.0645	2.8×10^{-4} „	0.00028
c 26	0.0295	1.3×10^{-4} „	0.00013

Az eltérés maximuma az észlelésnél az a) állásban $= 14.5\%$; a b) állásban $= 6\%$; a c) állásban $= 3\%$.

A fényenergia 1 h volna a világító felszín 1 mm^2 területéről a fényforrásnak 26.2 cm. -re való távolításánál.

C) Ugyanaz a modell. Kis izzólámpa 105×5 , gyertyaalakú, homályos üvegburkolattal.

A fényforrás távolsága	$H' = \frac{1}{3} \sum h$	$\frac{H'}{f}$	H cm^2
a 10	0.0665	$2.9 \times 10^{-4} \text{ H cm}^2$	0.00029
b 17	0.0290	1.2×10^{-4} „	0.00012
c 26	0.0169	0.73×10^{-4} „	0.00073

Az észlelésnél elkövetett hiba maximuma a) állásban 2% ; b) állásban 6% ; c) állásban 14% .

A világító felület mm^2 területe 1 h fényenergiát szolgáltatna a fényforrásnak 16.5 cm. távolsága mellett.

D) Második modell. 3 kis izzólámpából álló csoport $34 \times 5 \text{ gy}$; 35×3 ; 34×5 .

Távolság cm.-ekben	H'	$\frac{H}{f}$	H pro cm^2
a 8	0.567	24.4×10^{-4} H cm^2	0.00244
b 27	0.114	4.9×10^{-4} „	0.00049
c 44	0.0372	1.6×10^{-4} „	0.00016

Eltérés az észlelésnél

a) állásban	b) állásban	c) állásban
10%	4%	12%

A világító felület 1 mm^2 területe 1 h fényenergiát szolgáltatna a fényforrásnak 53 cm.-re való távolításánál.

E) Második modell. Három kis izzólámpából álló csoport 105×5 ; 105×10 ; 105×5 .

Távolság cm.-ekben	H'	$\frac{H}{f}$	H pro cm^2
a 7	0.667	28.7×10^{-4} H cm^2	0.00287
b 26	0.118	5.1×10^{-4} „	0.00051
c 44	0.0409	1.8×10^{-4} „	0.00018

Észlelési hiba, mint maximum:

a) állásban	b) állásban	c) állásban
16%	4%	10%

A világító felület 1 mm^2 területe 1 h fényt szolgáltatna a fényforrásnak 52.3 cm.-re való távolításánál.

F) Modell II. Egy új kis izzólámpa, $10 \times 105\text{ V}$; a készülékben a fényenergiát két beerősített csontlemez és az Optotypi-jeleket tartalmazó lemez tompítja.

Az alábbi számok az alsó középső quadransra vonatkoznak:

A fényforrás távolsága	H pro m^2
15	22.7
20	16.6
25	10.5
30	7.8
35	5.6
40	4.7
45	4.2

G) Második modell. Kis izzólámpa 5 gy és 105 V . A fény tompítása mint F)-nél.

Az alábbi számok a középső quadransra vonatkoznak:

A fényforrás távolsága			
20 cm.	5.6 H pro m^2	35 cm.	2.48
25	4.35	40	2.23
30	3.12	45	1.71 H pro m^2

H) Második modell. Három kis izzólámpa combinatioja 3 gy és 35 V . A fény tompítása ép úgy történt, mint F)-nél.

A lámpa távolsága	H	A lámpa távolsága	H
20 cm.	16.6	35 cm.	6.2
25	11.2	40	5.0
30	8.6	45	4.0

I) Második modell. Egy kis izzólámpa 3 gy-fénynyel és 35 V feszültséggel. A fény tompítása épen úgy történt, mint F)-nél. A középső quadrans világítása:

A lámpa távolsága	H	A lámpa távolsága	H
15 cm.	7.6 H	35 cm.	2.12 H
20	5.25	40	1.71
25	3.85	45	1.52
30	2.45		

Tagadhatatlan az a nagyfokú hasonlóság, mely az F, G, H, I görbék között fennáll. Az F-el jelzett görbe úgyszólván teljesen azonos a H-val jelzett görbével: a fényenergia, mely $1 \times 10 \times 105$ és a mely $3 \times 3 \times 35$ lámpáktól származik, úgyszólván egyenlő a középső quadrans értékében. Nemkülönböztetve nagy a hasonlatossága 3×35 V és az $5/35$ V lámpáktól származó I és G görbék között.¹

A fent közölt értékmeghatározások, valamint a még alább közlendő is, ugyancsak a székesfővárosi tápszervizsgáló intézet fénymérésre berendezett terméből származnak, a hol Rözsényi Iván főügyész úr szíves vezetése és Jánossy Imre tanárjelölt úr segédkezése mellett jutottam azokhoz.

K) Második modell. Három kis izzólámpa csoportosítása $\frac{10 \times 5 \times 10}{105 \text{ V}}$

A fény tompítására 2 csontlemez és 4 rajzvásznonlemez szolgált (Tekercs nélkül.)

A fényforrás távolsága	H	A fényforrás távolsága	H
15	17.7 H pro m ²	35	4.8 H pro m ²
20	12.4	40	4.1
25	8.8	45	3.5
30	6.2		

L) Második modell. Ugyanazon csoport, mint K)-nál. Fénytompító: 2 csontlemez és közte 8 rajzvásznonlemez. (Tekercs nélkül.)

Az alsó középső quadrans fényenergiája:

A fényforrás távolsága	H pro m ²
10	4.6
15	3.7
20	2.6
25	1.8

M) Második modell. Egy kis villanylámpa 10 gy és 105 V feszült. A tompítás épen úgy, mint fent L)-nél.

A fényforrás távolsága	H pro m ²
10	4.5
15	2.8
20	2.2

¹ A görbék könnyen megszerkeszthetők.

Szabadjon itt még néhány adatot felsorolnom, melyeket a harmadik modellre nézve nyertünk abszolút H-értékek gyanánt. A felső jobboldali quadrans világító ereje:

H pro m ²	Fényforrás	Tompítás
7.6	$3 \times 10 \times 105$	5 cs. + tekercs
2.0	$10 \times 5 \times 10$	9 csontlemez
	105	
2.9	$10 \times 5 \times 10$	8 "
	105	
5.2	$10 \times 5 \times 10$	7 "
	105	
9.7	$10 \times 5 \times 10$	6 "
	105	
9.4	$10 \times 5 \times 10$	5 "
	105	
13.9	$10 \times 5 \times 10$	4 "
	105	
23	$10 \times 5 \times 10$	3 "
	105	
36	$10 \times 5 \times 10$	2 "
	105	
78	$10 \times 5 \times 10$	1 "
	105	
58.8	$10 \times 5 \times 10$	1 csontlemez + 1 tejelem
	105	
45	$10 \times 5 \times 10$	1 " + 2 "
	105	
36.5	$10 \times 5 \times 10$	1 " + 3 "
	105	
27.3	$10 \times 5 \times 10$	1 " + 4 "
	105	
20.2	$10 \times 5 \times 10$	1 " + 5 "
	105	
18.5	$10 \times 5 \times 10$	1 " + 6 "
	105	
28	Nernst-Adria $\times 2 \times 10$	1 cs. + tekercs
	105	
34.8	$3 \times 10 \times 105$	1 " + "

Arra is kellett azonban gondolni, hogy az a világosság, melyet az áttetsző látáspróbák terjesztenek, az egész áttetsző felszínről lehetőleg *egyenletesen* áramoljon szét. Ha arról van szó, hogy a fényforrás más csöveket is szolgáljon — ez esetben sajnos — a világítás abszolút értékben egyenletes nem lehet. Ha talán az ember a sötét kamara fenekét 36—60 egy-egy gyertyafényű, egyenként 10 V-os izzólámpácskával bélelné ki, ez valamennyire célra vezetne, bár valami olcsó mulatságnak ez sem volna mondható. (Egy ilyen kis lámpácska 1 kor. árban készül.) A szerelés is elég nehézkes volna,

mert 110 V áramnál 60 darab 10 Voltos lámpácska hatszoros kapcsolást követelne.

Ugy is elég egyenletes világítást kaphatnánk az egész felületről, ha egy nagy fényerejű, elég erős, elég távol elhelyezett lámpa világítana meg — bizonyos tompító lemezek szűrése segítségével — egy nagy lemezt, melynek azonban csak kis, középső részét, használnók fel a mi céljainkra. Ennek a középső résznek világítása lehetőleg egyenletes lenne. De ha ilyen viszonyok közt az egyes fényforrást egy kisebb fényerejű, de 3 tagból álló lámpacsoporttal helyettesítenők, még jobban megközelítenők célunkat.

Bizonyos, hogy mentől messzebb van a tárgyhöz a fényforrás, annál egyenletesebb az annak felületét érő fényenergia. Vegyünk 1 H erős-ségű fényforrást, ha ez 10 cm.-re van a transparens lemeztől, akkor függélyes irányban $\frac{1}{t^2} = 100$ Mgy a világító erő; a központtól 5 cm.-re jobbra-balra már csak 70 Mgy, de 10 cm.-re jobbra-balra 35 Mgy és 15 cm.-re 17.5 Mgy a megvilágítás. Tehát egy egyenes vonalban, a középponttól jobbra és balra 15—15 cm. távolságban 17.5 Mgy-tól 100 Mgy-ig erősödik és ismét 100 Mgy-tól 17.5 Mgy-ig fogy.

Ha a fényforrást csak 25 cm.-re távolítjuk, már ez az egyenletlenség aránylag sokkal szűkebb határok közé szorul; a központban 16 m. gy. szél-ről (15 cm. távolságban) a minimum 10 m. gy. Tehát a maximum 16 m. gy., a minimum 10 m. gy.

Világos, hogy ezek az adatok a mi esetünkben csak hozzávetőleges való-színűséggel vannak érvényben; hiszen az előbb mondottak pontszerű világító-forrásra vonatkoznak, a milyen azonban a gyakorlati életben egyáltalában nem létezik. A hogy már fent is kifejtettük, a *metergyertya* olyan fényenergia, melyet a fényforrás egy bizonyos távolságból ad át a megvilágított felületnek; a mi esetünkben ezzel nem érünk cél, mert nekünk azt a fényenergiát kell ismernünk, mely a transparens felszínről, a melyen a látáspróbák vannak rajzolva, felénk árad. Sőt még ez sem az igazi fényforrásunk — hiszen a látáspróbáknak a tükörből felénk világító, fényes képéről van szó, úgy hogy eredetileg *ez a tükörkép a valóságos fényforrás* és így arról kellene beszél-nünk, hogy bizonyos távolságból a felületi fényesség, — bizonyos tompítás mellett azonképen viseltetik, mintha a felület minden mm² területen 10⁻⁶ H gyertyányi fényenergiát szolgáltató fényforrás volna.

A fénymérési vizsgálatok elég egyező értékeket adtak a felületi fényesség egyenletessége szempontjából. Ugyancsak ezek a vizsgálatok azt is kiderítették, hogy egyetlen izzólámpából álló fényforrásnál a felületi fényes-ség egyenletességére csak igen nagy távolságból lehetne számítani — de több, és pedig legalább három lámpácskából álló fényforrás már a felületet — aránylag kisebb távolságból is, sokkal egyenletesebben világítóvá teszi. Így döntöttem azután, lehetőleg a készülék, illetőleg a berendezés, valamint a vizsgálat előnyére a három lámpás rendszer mellett.

Azok az adatok, melyeket ebben a tekintetben a második model vizs-gálása szolgáltatott, — eredetileg az első modelre is vonatkoznak, — csak annyiban van a kettő között eltérés, — hogy az első modelnél az oldalajtók csukva vannak — úgy hogy a fényt átvevő felület csak 20 cm. széles, — míg a fénytárasztó felület, melynek tükörképe világít, épen 30 cm. széles. Ennélfogva az oldalrészek sokkal kevesebb fényt kapnak s így a tükörkép oldalrészei egyáltalán nem világítanak. Különösen észre lehetett venni ezt az

óriási különbséget, — vagy mondjuk mindjárt, világító erőbeli egyenlőtlenséget akkor, ha a tompításra szolgáló csontlemezek a hátsó falon *kívül* alkalmaztattak. Épen ez a körülmény tette azután szükségessé, hogy ezek a tompító lemezek közvetlenül a látáspróbákat mutató tekeres mögé, a készülék belsejébe helyeztessenek.

Itt kell még azt is felemlítenem, hogy a világító felszín 20 cm. magas és 30 cm. széles. Ennek a 600 cm²-nyi felületnek világító ereje egyenleteség szempontjából csak a középső részletre vonatkozólag vizsgáltatott. A felületet ugyanis 9 részre osztottam; egy-egy résznek 5 cm. volt a magassága és 8 cm. a szélessége. Így a 20 cm. magasságból 15 cm. és a 30 cm. szélességből 24 cm., vagyis a 600 cm²-ből 360 cm. lett a vizsgálásnak alávetve. Ez a maradó 240 cm² a szélen, felül-alul 2·5 cm. széles, jobbról-balról 3 cm. széles keretet alkot és ez adja ki azt a fentírt 240 cm² területet. A 360 cm² tehát nagyobb, centrális részét képezi a világító felületnek s kétségtelen, hogy a látáspróbák felismerésénél ennek a felületnek fényességére van egyedül szükségünk, hiszen azok főleg egy *egyenestbe eső három középső* quadransban jelennek meg.

Ebben a tekintetben semmit sem hanyagoltam el, hogy a felületi fényességet lehetőleg egyenletessé tegyem: ha azt akarjuk, hogy a nem vizsgált oldalsó 3 cm. terület ne hasson zavarólag, úgy a látáspróbákat a tekercsen csak a vizsgált 24 cm.-nyi szélességben kell rajzoltatni, vagy ha szélesebbre is vannak rajzolva, a szélső betűket nem kell tekintetbe venni. Már kissé bajosabb a dolog a nagyon alacsony ($V = > 0\cdot1$) látási élességnél: itt ugyanis a látáspróba magassága (a $V = 0\cdot05$ -nél) épen 20 cm. magas, tehát a 15 cm.-nyi átlagos középtől itt bizonyos fokig el kell tekintenünk. Ez esetben arra a felső és alsó 2·5 cm.-nyi területre is szükségünk van, melyet e vizsgálasok elhanyagoltak. Kétségtelen, hogy igen alacsony látási értékek megállapításánál a felületi világítást lehetőleg még nagyobb területre nézve, kell egyenletessé tenni.

Igaz azonban más részről, hogy olyan látási jel, mely ($V = 0\cdot05$; $d = 6$ m.) a nélkül is óriási területet foglal el, olyan nagy területet, mely 30,000 mm²-nél s nagyobb, már rendkívül alacsony felületi fényesség mellett is felismerhető (XV. esontlemez), — rendes körülmények között ez 0·001 mikrohefner pro mm² felületi fényesség mellett is megtörténik, — úgy hogy ennél fogva ilyen esetben, — ilyen tompítás és a látási jel ilyen óriási nagysága mellett fel kell tételeznünk, hogy ez valamely sokkal komplikáltabb művelet, nem egyszerű látási művelet. $V = 0\cdot05$ mellett már nemcsak egyetlen egy retinális alak-elem kerül izgalomba, hanem azok közül sok; — a mi azt is érthetővé teszi, hogy a látási jel széli részeinek a középső részekről elütő, azok felületi fényességénél alacsonyabb fényenergiája a felismerést nevezetesen meg nem nehezíti.

Sajátságos, hogy milyen egyenletes a három kis lámpából $\left(\frac{10-5-10}{105}\right)$ álló csoportnak, mint fényforrásnak használása mellett előálló felületi fényesség. Már aránylag kevésbé egyenletesen világít a tükörkép $\left(\frac{10-10-10}{105}\right)$ csoportosítás mellett. Nagyon egyenletes az egész felület világító ereje egy izzólámpa segítségével is, ha azt 35 cm. távolságra állítjuk a transparens lap mögé és ha a fényenergiát két csontlemez és maga a transparens lap tompítja.

Olyan csoportosításnál, mikor középpött egy Nernst-Adria-lámpa, két szélről pedig egy-egy 10 gy. 105 V Edison-Mignon, matt, gyertya-alakú izzólámpácska szolgáltatja a fényenergiát, — a transparens lap felületi fényessége szintén elég egyenletesnek találtatott. Igaz, hogy a középső quadrans felületi fényességéből, a mely érték direkt photometrállással állapított meg, — az egész felület egyenletessége érdekében 33%-ot levonásba kell hozni: ennyire egyenletesen világító felszín azért az esetek nagy számában elég-ségesnek találtatott.

Az egyenletességi méréseket a Lummer-Brodhun-féle photometerrel végeztem; a mint már említettem, e célból egy-egy 40 cm² quadrans világító ereje méretett le. Hogy ennek a 40 cm²-nek értéke H pro 40 cm², az világos; hogy ezt azonban H pro m²-ben kapjam (h pro mm²), meg kell szoroznom $\frac{10,000}{40} = 250$ -nel. A kilencz quadransnak így nyert értékét összeadva,

utána pedig az összeget kilenczszel elosztva, megkapjuk a *belső* 360 cm²-nyi terület H pro m², illetőleg h pro mm² felületi fényességét átlagos értékben. Minthogy azonban ez a módszer fáradságos és hosszadalmas, azért megkísértem ezt az átlagértéket a középső, lemért quadrans értékével arányba állítani. Ez arány figyelembevételével a középső quadrans felületi fényességének lemeréséből megkaphatjuk a belső keret átlagos felületi fényességét.

A talált értékek a következőkben sorolhatók fel:

Második modell. Három kis izzólámpa (3×35) csoportja, mely a transparens lemezhez 0.45 m. távolságra áll. A tompítást két csontlemez és a transparens lemez szolgáltatja:

3.85	4.35	4.35
4.17	4.02	3.55
3.7	4.17	4.17

Az átlagos érték 4.04 H pro m²

Az értékek közti legnagyobb eltérés . . . 0.8 " " "

Az átlagos értéktől való legnagyobb eltérés 0.49 " " "

Ez utóbbi kitesz 12%.

Az átlagos értéket megkapjuk, ha a középső quadrans lemért felületi fényességét 0.995-tel szorozzuk.

Második modell. Egy kis izzólámpa (5×105), mely a transparens lemez-től 0.35 m. gy. távolságra áll. A tompítást két csontlemez és a transparens lemez szolgáltatja.

2.48	2.48	2.48
2.12	2.48	2.6
2.12	2.23	2.12

az átlagos érték 2.35 H pro m²

az értékek közti legnagyobb eltérés . . . 0.48 " " "

Az átlagtól való legnagyobb eltérés . . . 0.25 " " "

az utóbbi nem több. 10.5 %-nál.

Az átlagos értéket megkapjuk, ha a középső quadrans lemért felületi fényességét 0.947-tel szorozzuk.

Második modell. Három kis izzólámpa $\left(\frac{10-5-10}{105}\right)$ csoportja, mely a transparens lemez helyéhez 0.25 m. távolságra áll. A tompítást 2 csontlemez és 4 rajzvászón-lemez szolgáltatja.

A középső merőleges sáv

8·5
9·9
8·0

Az átlagos érték 8·8 H pro m²

Az értékek közötti legnagyobb eltérés . . . 1·9 " " "

Az átlagtól való " " " 1·1 " " "

Ez utóbbi nem több 12%-nál.

Az átlagot megkapjuk, ha a középső quadrans lemért felületi fényességét 0·9-el szorozzuk.

Ugyanez a beállítás különböző távolságra elhelyezett fényforrással átlagos felületi fényességre a következő értékeket adja:

15 cm.	17·1	30 cm.	6·0	40 cm.	3·96
20 "	12	35 "	4·6	45 "	3·4 H pro m ²
25 "	8·5				

Második modell. Három kis izzólámpa csoportja, $\frac{(10 \times 5 \times 19)}{105}$; a tompítást két csontlemez és 8 rajzvászonslemez szolgáltatta, a fényforrás 20 cm. távolságban állott.

A középső merőleges 3·4
3 quadrans 3·2
2·6

az átlagos érték 3·1 H pro m²

az értékek közti legnagyobb eltérés 0·8

az átlagtól való " " " 0·5

Ez nem több 16%-nál.

Ebből átlagos felületi fényesség, — ennél a beállítás — és tompításnál

23 cm távolságban	2·16 H pro m ²
20 " "	3·1
15 " "	4·44
10 " "	5·5

A következő mérésekkel az volt a célunk, hogy tanulmányozzuk gyakorlati szempontból a szórólencsék fényelosztó erejét. Vajjon egyenletesebben éri-e a fény a transzparenslemezt, ha előbb szórólencsén megy át?

a lencse fénytörő ereje — 4 D

a lencse távolsága a H efnertől . . . 2·85 M

a fényforrás távolsága a H tól . . . 2·88

a tompítást két csontlemez szolgáltatta, melyek a H efnertől 2·62 m.-re álltak.

A középső három quadransban:

6·3
7·0
— 5·2

átlagban 6·2 H pro m²

a legnagyobb eltérés a talált értékek között 1·8

a legnagyobb eltérés az átlagértéktől . 1·0

vagyis 16%

